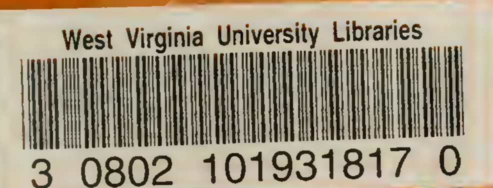


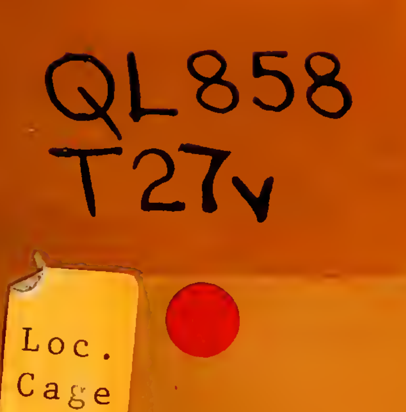
Vergleichende Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten

Von

Dr. Paul de Terra
vorm. Zahnarzt in Zürich

Mit 200 Textabbildungen





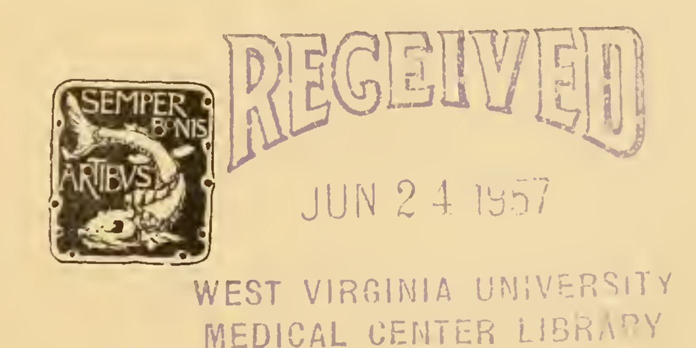
Jena
Verlag von Gustav Fischer
1911

Vergleichende Anatomie
des menschlichen Gebisses
und
der Zähne der Vertebraten

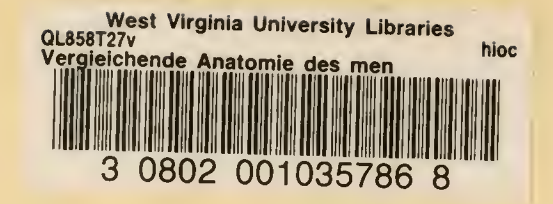
Von

Dr. Paul de Terra
vorm. Zahnarzt in Zürich

Mit 200 Textabbildungen



Jena
Verlag von Gustav Fischer
1911


West Virginia University Libraries
QL858T27v
Vergleichende Anatomie des men
hioc
3 0802 001035786 8

Vorwort.

Für den wissenschaftlich arbeitenden Zahnarzt sowohl, wie für den Naturforscher ist die vergleichende Anatomie der Zähne ein unentbehrliches Hilfsmittel, um in der Histologie, Physiologie und Entwicklungsgeschichte des Gebisses seine Kenntnisse zu bereichern und selbst dazu beizutragen, die vielen noch umstrittenen Punkte der odontologischen Wissenschaft zu verstehen, zu beurteilen und weiter auszuarbeiten; ist doch das Zahnsystem der Tiere das Fundament der Odontologie und auch für die allgemeine Zoologie von nicht zu unterschätzender Bedeutung.

Trotz der heutigen mikroskopischen Hilfsmittel und den fortgeschrittenen Untersuchungsmethoden ist es aber immer noch nicht geglückt, das odontologische Wissen als eine auf rein positiven Grundsätzen basierende Lehre zu erheben — welche Wissenschaft überhaupt ist heute nicht bloß eine empirische und entspräche trotz der enormen Errungenschaften in der Ergründung naturwissenschaftlicher Probleme der Bedingung unbestrittener, positiver Forschungsresultate?

Wir dürfen aber deshalb, weil die Theorie auf Irrwegen wandelt und wenn auch ein scheinbarer praktischer Gewinn nicht immer oder sofort von seinem Werte überzeugen kann, das theoretische Wissen nicht geringer als die Praxis achten. Hoffentlich ist die Zeit nicht mehr fern, wo die Kreise des Zweifels durch praktische Erfahrungen und überraschende Resultate immer enger werden, das Dunkel der strittigen Fragen gelichtet und die Odontologie zu einer positiven Dogmatik wird.

Es muß immerhin anerkannt werden, daß gerade auf diesem Gebiete seit dem letzten Dezennium viel erreicht wurde, und mancher Zahnarzt, der bisher einzig nur seiner praktischen ausübenden Tätigkeit lebte, ist weniger einseitig geblieben und hat sein Interesse auch für den streng wissenschaftlichen Teil seines Berufes betätigt. Die Beispiele, daß sich aus abstrakten theoretischen Untersuchungen für die Praxis selbst sehr wertvolle Urteile ergeben, sind bereits so mannigfaltig, daß es nur noch eine Frage der Zeit ist, auch die Odontologie als Lehrfach für die zahnärztliche Staatsprüfung für alle Hochschulen obligatorisch einzuführen.

Die Zähne der Tiere wurden bisher leider noch nicht in gebührender Weise gewürdigt, weil man diese Wissenschaft mehr als einen integrierenden Bestandteil der Zoologie angesehen hat und dieser Spezialdisziplin nur ein allgemeines Interesse entgegenbrachte. Erst durch die bedeutenden Arbeiten unserer neueren Odontologen — nachdem OWEN, CUVIER, DE BLAINVILLE, GIEBEL, die Lehre von dem Zahnsystem der Wirbeltiere gewissermaßen begründet haben — sind in letzter Zeit, auch ganz besonders von deutschen Forschern so viele resultatreiche Untersuchungen im Zahnsystem der Tiere gemacht worden, daß die Odontologie namentlich in zahnärztlichen Kreisen ein hohes Interesse gewonnen und sich als selbständige Wissenschaft von der allgemeinen Zoologie in gewissem Sinne losgelöst hat.

Während die französische und namentlich die englische Literatur durch die verdienstvollen Arbeiten von JOHN und CHARLES TOMES und durch das weit verbreitete Lehrbuch „A Manual of Dental Anatomy, human and comparative", das erst vor kurzem seine 7. Auflage erlebt hat, allen anderen Nationen vorausmarschierte, ist in Deutschland in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zuerst GIEBELS Odontographie (1856) erschienen, die gewissermaßen eine Uebersetzung von OWENS „Odontography" und „Anatomy of Vertebrates" (1845) darstellt und heutzutage veraltet ist, soweit die Histologie und Entwicklungsgeschichte in Betracht kommen. Im Jahre 1877 erschien HOLLÄNDERS „Anatomie der Zähne", die ebenso eine Uebersetzung der damaligen Auflage des TOMESschen oben erwähnten Buches ist. Die erste selbständige und größere Arbeit lieferte BAUME 1882 in seinen „Odontologischen Forschungen". Dann erschien 1895 LECHE mit einer „Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Säugetiere". Dagegen fehlt der deutschen Literatur bis heute noch ein zusammenhängendes Lehrbuch oder Handbuch des Zahnsystems aller Wirbeltiere.

Gestützt auf diese Tatsachen sowie auf das seit Jahren steigende Interesse für die Odontologie in der ganzen wissenschaftlichen Welt und mit Rücksicht auf den Mangel einer zusammenhängenden Arbeit der neuesten Forschungen im Zahnsystem der Wirbeltiere auf Grund der Phylogenie, entstand in mir der Gedanke, — um eine stark verbrauchte Redensart anzuwenden — diese Lücke in der Literatur durch das vorliegende Buch auszufüllen.

Wie schon betont wurde, ist es schwierig — im Hinblick auf die heute noch zahlreichen strittigen Fragen in der Odontologie — ein eigentliches Lehrbuch zu schreiben. Immerhin habe ich, unter Berücksichtigung der vielen Kontroversen, versucht, eine zusammenhängende und vor allem übersichtliche Darstellung der neueren und neuesten Forschungsresultate zu geben.

Zum besseren Verständnisse wurde dem Texte eine beschränkte Anzahl von Abbildungen beigefügt. Es sind dies zum Teil Originalzeichnungen, die gelegentlich einer Studienreise vor vielen Jahren in den verschiedensten zoologischen und mineralogischen Museen von mir gemacht wurden, zum Teil wurden Reproduktionen aus den neueren zoologischen und odontologischen Werken verwendet. Den Herren Autoren, die mir hierbei in liberaler Weise entgegengekommen sind, danke ich hiermit öffentlich für die Erlaubnis zur Benützung der betreffenden Clichés.

Das Literaturverzeichnis, das ca. 3000 Titel umfaßt, habe ich mit Berücksichtigung der ältesten und der allerneuesten odontologischen und verwandten wissenschaftlichen Arbeiten in praktischer Anordnung zusammengestellt und hoffe ich, namentlich den literarisch arbeitenden Kollegen, damit eine willkommene Beigabe geliefert zu haben.

Für die äußere Ausstattung des Buches hat die rühmlichst bekannte Verlagsfirma alle Sorgfalt verwendet. Schließlich darf auch die rührige Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) nicht vergessen werden, die ihre schwierige Aufgabe in bewundernswerter Weise so prompt gelöst hat.

Zollikon bei Zürich. Weihnachten 1910.

Paul de Terra.

Inhaltsverzeichnis.

III. ABSCHNITT.

Die Zähne nach den Klassen des Tierreiches.

Druckfehlerverzeichnis.

Außer verschiedenen unwesentlichen, rein typographischen Fehlern wolle der Leser vor Benutzung des Buches nachstehende Errata gütigst korrigieren.

Seite 26 Fig. 5 A. Oberste Buchstaben links statt p. c. = p. f.
„ 26 Fig. 5 A. Text, statt f. i. Foramen incisivum = infraorbitale.
„ 39 Zeile 11 v. o. statt filiformis = filiformes.
„ 49 „ 28 v. o. statt Lebenszähnen = Lebensjahren.
„ 54 „ 22 v. u. statt Chrysophris = Chrysophrys.
„ 59 „ 10 v. o. statt caninii = canini.
„ 63 „ 9 v. u. statt Anaplotherium = Anoplotherium.
„ 64 „ 3 v. u. statt Sphalacotherium = Spalacotherium.
„ 73 „ 7 v. o. statt Milchbackzähne = Milchbackzahn.
„ 81 Die letze Zeile unten zu ergänzen durch: indem sie zugleich große, ihrer Länge nach verschieden wellen-
„ 84 Zeile 14 v. o. statt sagitte = sagitta.
„ 86 Letzte Zeile soll heißen: Sciurus, des Eich-(hörnchens).
„ 89 Zeile 29 v. u. soll heißen: beweisend zu sein scheint.
„ 90 „ 17 v. u. soll heißen: an Schliffen, als Ausdruck derselben, Konturlinien.
„ 92 „ 19 v. o. statt Serrasalmo = Serrosalmo.
„ 97 „ 7/8 v. o. statt komplizierten = kompliziertere.
„ 100 „ 14 v. u. statt Serrasalmo = Serrosalmo.
„ 100 „ 22 v. u. statt fexus = flesus.
„ 105 „ 13 v. u. statt in = ist.
„ 108 „ 25 v. o. statt Bindegewerbszellen = Bindegewebszellen.
„ 111 „ 2 v. o. Das Wort „ist“ gehört hinter „Fasern“.
„ 201 „ 19 v. u. statt molleus = malleus.
„ 210 „ 6 v. o. statt Umbrana = Umbra.
„ 222 „ 20 v. u. statt floß = fuß.

Einleitung.

Terminologie.

Die **Anatomie**, als Basis des medizinischen Wissens, beschreibt den Bau und die Struktur des animalen Körpers bezw. die geformten Teile, welche den Körper zusammensetzen, sie wird also gewissermaßen zur Zergliederungskunde. Die Körperteile selbst stellen im einzelnen Organe vor und der ganze lebende Körper kann als Organismus bezeichnet werden, insofern seine Lebenstätigkeit von den gesetzmäßigen ineinander greifenden Leistungen der Organe abhängig ist. Dadurch, daß die Anatomie in der Struktur eines Organismus die Formbeschaffenheit der einzelnen Teile in ihrer räumlichen Anordnung und ihrem gegenwärtigen Bedingtsein lehrt, ist sie auch ein Teil der **Morphologie**, der Formlehre, welche die Größe und Proportion der einzelnen Teile beschreibt. Die **Embryologie** oder **Entwicklungsgeschichte** beschreibt das Wachstum der Organe vom Anfang ihres Entstehens an bis zur vollständigen Entwicklung; sie zeigt die Aufeinanderfolge der Umbildungen und Formveränderungen, welche die einzelnen Organe dabei zu durchlaufen haben. Die Embryologie gliedert sich in die **Ontogenie**, die Entwicklungsgeschichte des Organes aus seinem Keim, und die **Phylogenie**, die Stammesgeschichte, die Entwicklungsgeschichte eines Organismus aus anderen Organismen, die Lehre von der Entwicklung der Vorfahren eines Einzelwesens; die Phylogenie findet ihre Stützen in der vergleichenden Anatomie und namentlich in der Paläontologie und durch den Parallelismus mit der Ontogenie.

Während die **Anthropotomie**, die Anatomie des menschlichen Körpers, sich mit der Zergliederung des letzteren befaßt, wird die Zergliederung des tierischen Körpers mit **Zootomie** bezeichnet. Im Gegensatz zur gewöhnlichen makroskopischen Anatomie steht die mikroskopische Anatomie, die **Gewebelehre** oder **Histologie**, welche die feinere mikroskopische Struktur der Organe beschreibt und zur Ermittelung des feineren Baues die Anwendung des Mikroskopes nötig macht.

Die **vergleichende Anatomie** hat die Aufgabe, für die Kenntnis des menschlichen Körpers den Bau des Tierkörpers zu untersuchen, um die verschiedenen Organe des letzteren mit denen des Menschen zu untersuchen, soweit diese Organe ausgebildete Form haben. In der neueren Zeit hat sich die vergleichende Anatomie über das ganze Tierreich erstreckt und ist zu einem Teil der Zoologie im

weiteren Sinne geworden. Bei der vergleichenden Anatomie kommt als sehr wichtige Stütze die **Paläontologie** in Betracht, die Lehre von den ausgestorbenen, vorweltlichen Lebewesen, wie sie im versteinerten Zustande als fossile Tierreste uns erhalten worden sind. Die Paläontologie zeigt die fortschreitende Differenzierung und Vervollkommnung der Tiergruppen in aufeinander folgenden historischen Perioden der Erdgeschichte. Zwischen Ontogenie und Paläontologie, zwischen lebenden und ausgestorbenen Tieren besteht ein genetischer Zusammenhang, insofern die ausgestorbenen Tiere die Vorläufer der jetzt lebenden Tiere sind, und ihre Versteinerungen sind die sichersten Beweise für die Geschichte der Tierwelt, der Phylogenie.

So wie die **Morphologie** den Bau der Organe beschreibt, lehrt die **Physiologie** die Erscheinungen der animalen Wesen und die Funktionen der verschiedenen Organe, wie letztere ihre Tätigkeit äußern, und zeigt die regelmäßige Verbindung der chemischen Bestandteile der Organe.

Bei der Beschreibung der einzelnen Organe gebraucht man zur Erklärung der örtlichen Lage der letzteren verschiedene Bezeichnungen

Denkt man sich eine durch die Mitte des Körpers senkrecht von vorn nach hinten gelegte Linie, die den Körper in zwei symmetrische Hälften teilt, so nennt man diese Linie Medianebene. Was in dieser Ebene selbst gelegen ist (z. B. der Nabel) heißt median. Was dieser Ebene genähert liegt, nennt man medial (mesial), was von derselben entfernt liegt, heißt lateral (distal). Nach dem Rücken zu gelegen ist dorsal, während die Richtung nach dem Bauch zu ventral ist. Alle Linien und Ebenen, welche parallel mit der Medianlinie dorso-ventral durch den Körper verlaufen, werden als sagittal bezeichnet. Diejenige Ebene, die man parallel zur Stirn oder der Körperoberfläche durch den Körper legen kann, heißt frontal. Ein Frontalschnitt durch den Körper teilt denselben somit in einen dorsalen und einen ventralen Abschnitt. Mit transversal bezeichnet man Linien und Ebenen, welche senkrecht auf der Medianebene und der Körperoberfläche stehen. Ein Transversalschnitt durch den Körper teilt denselben in einen oberen und einen unteren Abschnitt. Zur Bezeichnung für Gliedmaßen, welche dem Rumpf näher gelegen sind, sagt man proximal, oder wenn dieselben entfernter gelegen sind, distal. Von der speziellen Bezeichnung der Zahnflächen wird später die Rede sein.

Allgemeine Entwicklungsgeschichte.

Der animale Organismus besteht im wesentlichen aus Zellen und Fasern, die sich in verschiedener Anzahl einer bestimmten Art und nach einer bestimmten Anordnung zu Geweben vereinigen, aus welchen die Organe sich aufbauen.

Die Zellen stammen von einer einzigen Urzelle ab, vom Ei, das beim Säugetier und beim Menschen sehr klein ist (0,2 mm). Das unbefruchtete animale Ei, das Ovulum, aus welchem sich durch Befruchtung ein neues Individuum entwickelt, stellt ein rundes Bläschen dar, in dessen Innern man drei Teile unterscheidet: den Dotter, *Vitellus;* das Keimbläschen, *Vesicula germinativa;* den Keimfleck, *Macula germinativa.* Die Außenhülle des Eies wird von der

Dotterhaut, *Zona pellucida*, einer hyalinen Zellmembran, gebildet. Die Hülle entspricht der Zellhülle, der Dotter dem Inhalt, das Bläschen dem Zellkern, und der Keimfleck dem Kernkörperchen, so daß das Ei gewissermaßen als eine Zelle betrachtet werden kann, aus welcher sich durch Teilung nach und nach der Organismus aufbaut.

Der Dotter, ein kerniges Protoplasma, setzt sich aus dem eigentlichen Protoplasma, aus dem Bildungsdotter, *Vitellus formativus*, und dem Nahrungsdotter, *Vitellus nutritivus*, sowie dem Deutoplasma zusammen.

Man unterscheidet meroblastische und holoblastische Eier; die ersteren enthalten außer dem Bildungsdotter noch Nahrungsdotter, während bei den holoblastischen Eiern der ganze Dotter zum Aufbau des Organismus dient. Der Typus der meroblastischen Eier ist das Vogelei; das holoblastische Ei ist das Ei der Säugetiere, also auch des Menschen, wie es oben geschildert wurde.

Die Befruchtung des Eies der Säugetiere erfolgt in den Fallopischen Tuben infolge der Dotterfurchung. An dem Ei beginnen eine Reihe von Veränderungen, welche auf einer Zellvermehrung beruhen. Der Furchungsprozeß besteht darin, daß die Eizelle durch fortgesetzte Teilung in eine wachsende Zahl von kleinen Zellen zerfällt. Man unterscheidet eine totale und eine partielle Furchung bezw. holoblastische und meroblastische Eier. Bei der totalen Furchung zerfällt der ganze Dotter in kugelige Tochterzellen: Furchungskugeln, bei der partiellen Dotterfurchung, der schon erwähnte Bildungsdotter, während das Deutoplasma ungeteilt bleibt und zum Wachstum der Organe aufgebraucht wird. Durch fortgesetzte Befruchtung einer Eizelle entsteht die Morula, eine maulbeerartige Kugel, die einen Haufen von gleich großen Zellen darstellt. Die Morula wird hohl und die Kugel bildet sich zur Keimblase, der Blastula oder Blastophaera, um. Durch Umstülpung derselben an einer Seite wird diese Blase zur Gastrula, Becher- oder Darmlarve, an welcher man zwei Schichten oder Keimblätter unterscheidet: eine äußere und eine innere. Die äußere Schicht nennt man Ektoderm, Ektoblast oder Epiblast; die innere Entoderm, Entoblast oder Hypoblast. Beide Keimblätter schließen einen zentralen Hohlraum ein, die Urdarmhöhle, Gastrocoel, Coelenteron, welche sich nach außen durch den Blastoporus, den Urmund, öffnet. Diesem entspricht bis zu einem gewissen Grade der sogenannte Primitivstreifen höherer Vertebratenformen.

Zwischen den beiden Keimblättern der Gastrula bildet sich, und zwar von einem derselben oder von beiden aus ein mittleres Keimblatt, das Mesoderm oder Mesenchym, welches als Stützapparat dient. Während die niedersten Tierklassen auf dem Bau der drei Keimblätter stehen bleiben, wandeln sich diese bei den höheren Vertebraten in die verschiedenen Organsysteme um.

Das **Ektoderm,** welches aus zylindrisch gestreckten, mit Wimpern besetzten Zellen besteht, liefert die Organe des Schutzes und der Empfindung; die Epidermis, die epidermoidalen Gebilde (Haare, Nägel, Zähne, Hautdrüsen, das Nervensystem, Mund- und Aftereinstülpung, Augenlinse etc.).

Das **Entoderm,** aus rundlichen, mitunter bewimperten Zellen bestehend, liefert hauptsächlich die Organe der Ernährung, das Epithel

des Darmkanals, der Darmdrüsen, die Auskleidung des Atmungsapparates (Lunge, Schilddrüse, Thymus, Leber, Pankreas) und der Blase.

Das **Mesoderm** liefert die serösen Häute, Urogenitalapparat, Stützgewebe, Fettgewebe, Knorpel, Knochen, Muskulatur, Blutgefäße.

Nach Entwicklung des Entoderms breiten sich Ektoderm und Mesoderm über den Dotter weiter abwärts aus und die embryonale Körperanlage wird von drei Höfen umgeben: von dem hellen Fruchthof, *Area pellucida*; weiter auswärts von dem dunklen Fruchthof, *Area opaca*, der wegen der in ihm sich entwickelnden vielen Blutgefäße auch Gefäßhof, *Area vasculosa*, heißt und durch den Sinus terminalis sich nach außen abgrenzt; endlich von dem Dotterhof, *Area vitellina*, welcher durch das über den Dotter nach abwärts sich ausbreitende äußere und innere Keimblatt dargestellt wird.

Von besonderem Interesse ist noch eine Phase der Entwicklung, die nicht nur bei den Säugetieren, sondern bei allen Vertebraten vorkommt, nämlich das Auftreten des sogenannten Achsenstabes, der Chorda dorsalis, der Rücksaite, eines dünnen elastischen ungegliederten Stabes, welcher der ganzen Länge nach mitten durch den Körper geht und die erste Anlage der Wirbelsäule bildet. Durch die Chorda dorsalis werden alle Vertebraten gegenüber den wirbellosen Tieren charakterisiert. Eine die Chorda umgebende Schicht erzeugt knorpelige oder knöcherne Ringe, die Anlagen der Wirbelkörper. Ebenso von Bedeutung ist die Bildung des Visceralskelettes, d. h. eines am Kopfende des Embryo entstehenden Systems von Kiemenbögen, die sich in späteren Entwicklungsstadien zum großen Teil zurückbilden und damit verschwinden. Die Bildung der Chorda dorsalis während der Entwicklung des Embryo erinnert an die niederste Gattung der Vertebraten, den Amphioxus lanceolatus und die Cyklostomen und andere, welche die Chorda ihr ganzes Leben hindurch besitzen.

Im weiteren Verlauf der Entwicklung entsteht im vorderen Teil des Fruchthofes die Rückenfurche oder Medullarrinne, welche von den Medullarwülsten in ihrer ganzen Länge begrenzt wird. Es erheben sich nun diese Rückenwülste mehr und mehr und bilden die Medullarplatte, die sich bei weiterem Wachstum zum Medullarrohr schließt.

Das Mesoderm teilt sich in die Urwirbel- und Seitenplatten. Nach der vollendeten Bildung des Medullarrohres tritt der Kopfteil des aus der Macula germinativa entstandenen birnförmigen Embryo, der sich inzwischen nach vorn umgeschlagen hat, zusammen und zeigt bald mehrere Ausbuchtungen, die Anlagen des Vorder-, Mittel- und Hinterhirns. Von dem Vorderhirn schnüren sich zwei Blasen ab, die späteren Augen.

Die Urwirbelplatten gliedern sich nun, nachdem sie sich von den Seitenplatten abgeschnürt haben, zu den Urwirbeln im ganzen Bereich der Chorda, während die Seitenplatten sich in die Hautfaser- und Darmfaserplatte spalten und dadurch die Pleuroperitonealhöhle bilden. An der Verbindungsbrücke der beiden Platten schnürt sich der Wolffsche Urnierengang ab. Inzwischen haben sich das Herz, die Gefäße und auch der Urdarm gebildet.

Das Ei, in seiner weiteren Umwandlung aus der oberen Keimscheibe und dem unteren Dottersack bestehend, entwickelt sich zum Embryo, der von einer Eihülle, dem Amnion, umschlossen wird; diese Hülle enthält die Amnionflüssigkeit, das Fruchtwasser, welche den in ihr schwebenden Embryo bezw. Foetus vor Druck und Stößen beschützen. Während der Dottersack immer mehr zusammenschrumpft, entsteht eine sackartige Ausbuchtung am hinteren Rande des Darmrohres, die Allantois, der embryonale Harnsack. Letzterer ist deshalb von großer Bedeutung, weil er Gefäße enthält, aus welchen die Blutgefäße des Nabelstranges hervorgehen: die Arteriae und Venae umbilicales. Die Allantois vermittelt dadurch den Blutaustausch zwischen Mutter und Foetus; sie besorgt ebenso die Aufnahme der Ausscheidungsprodukte von Urniere und Niere. Die Allantois legt sich bei allen Säugetieren — mit Ausnahme der Monotremen und Marsupialier — dicht an die seröse Hülle und dringt in die Zotten ein, welche diese Hülle hervortreibt. Diese sehr gefäßreichen Zotten sind die Chorionzotten, während die serösen Häute zu der zottigen Umhüllungshaut, dem Chorion, werden. Letztere vermittelt die Befestigung des Eies an der Wand des Uterus. Ein Teil der Chorionzotten bildet sich, namentlich bei den Placentaliern, zum Mutterkuchen, *Placenta foetalis,* um, bei deren Bildung die Allantois von größter Wichtigkeit ist.

Nach den heutigen Resultaten der Entwicklungsgeschichte beginnt die Entwicklung eines normalen Wesens durch **Urzeugung,** elternlose Zeugung, Generatio aequivoca s. spontanea s. Abiogenesis s. Archigonie oder aus **Elternzeugung,** Tokogonie.

Während bei der Urzeugung die Entstehung aus unbelebter Materie, ohne präexistierende Mutterorganismen, zustande kommt, ist bei der Elternzeugung die Abstammung eines animalen Wesens von einem solchen gleichen oder ähnlichen Baues bedingt. Sie erfolgt auf geschlechtlichem oder ungeschlechtlichem Wege. Die letztere Art kann als Teilung oder Knospung vorkommen, während die geschlechtliche Fortpflanzung mittels besonderer, vom Anteil an den Körperfunktionen längere Zeit oder dauernd ausgeschlossener Zellen, der Geschlechtszellen, erfolgt (Hertwig). Beide Arten der Fortpflanzung können bei einer und derselben Tierspecies vorhanden sein.

Von den beiden Theorien der Befruchtung und der Vererbung beruht erstere auf der Kopulation zweier Zellkerne, die von einer männlichen und einer weiblichen Zelle abstammen; nach der Vererbungstheorie sind die im Samen- und Eikern enthaltenen männlichen und weiblichen Kernsubstanzen die Träger der von den Erzeugern auf ihre Nachkommen vererbbaren Eigenschaften. Als die Träger der Vererbung bezeichnen wir heute die chromatische Kernsubstanz, welche die Chromosomen liefern.

Einteilung der Vertebraten.

Die systematische Zoologie teilt auf Grund der verwandtschaftlichen Beziehungen der Tiere zueinander die letzteren in Stämme oder Kreise, Unterstämme, Klassen, Unterklassen, Ordnungen, Unterordnungen, Familien, Gattungen und Arten (Species) ein.

Der Stamm der Wirbeltiere oder Vertebraten zerfällt in 2 Unterstämme: die **Anamnien** und die **Amnioten.**

Die Anamnien sind Kaltblüter, die dauernd oder vorübergehend durch Kiemen atmen und deren Embryonen weder ein Amnion noch eine Allantois besitzen. Die Amnioten zeigen im Embryonalleben ein Amnion und eine Allantois, deren embryonales Nierensystem (Urniere, Urnierengang, Müllerscher Gang) in seiner Funktion durch die bleibende Niere abgelöst wird; aber nur soweit, als es zur Ausleitung der Geschlechtsprodukte dient, erhalten bleibt. Während hier Kiemenspalten als vorübergehende Bildungen zur Entwicklung gelangen, kommen Kiemen und Kiemenatmung nicht mehr vor. Als Gurndform haben die Amnioten stets die pentadaktyle Extremität.

Zu den Anamniern gehören die Fische mit den Akraniern oder Leptokardiern und den Cyklostomen, sowie die Amphibien, während die Amnioten durch die Sauropsiden (eierlegende Fische und Reptilien) und die Säugetiere repräsentiert werden. Bei den Säugetieren entwickelt sich die Frucht in der Gebärmutter, mit Ausnahme der Monotremen.

Die Vertebraten haben einen bilateralen symmetrischen Bau. Der ganze Körper ist in drei Abschnitte gegliedert: Kopf, Rumpf, Schwanz. Es sind höchstens zwei Paar Gliedmaßen vorhanden: ein Paar hintere und ein Paar vordere, während die wirbellosen Tiere zahlreiche Gliedmaßen besitzen und das Skelett nur ein äußeres ist. Die Wirbeltiere haben dagegen ein inneres Skelett; die Wirbelsäule umschließt durch dorsale Ausläufer die oberen Wirbelbogen, das Nervenzentrum (Rückenmark und Gehirn) und durch zentrale Ausläufer die Rippen, die Visceralhöhle zur Aufnahme der vegetativen Organe. Das Nervensystem hat Röhrenform; das Blutgefäßsystem ist geschlossen. Das Herz ist mit Ausnahme von *Amphioxus* ventral gelegen und ist mit Klappen versehen. Auch ein Leberpfortadersystem ist allen Vertebraten eigen. Die Atmung geschieht durch Kiemen oder Lungen. Die Fortpflanzung ist durchaus geschlechtlich.

Die Haut der Wirbeltiere besteht aus zwei Schichten der ektodermalen Epidermis und der mesodermalen Cutis. Aus der Epidermis gehen Hautdrüsen und Horngebilde hervor (Nägel, Borsten, Hörner, Krallen, Klauen, Hufe). Drei Formen von Hornbildungen, an denen sich die Epidermis und die Cutis beteiligen, sind die Schuppen, die Federn und die Haare. Außerdem entsteht aus dem Corium ein Skelett, das besonders durch die Zähne und verschiedene Hautknochen (Schädeldeckknochen u. a.) repräsentiert wird. Die Zähne der Säugetiere haben ihre Vorbilder in diesen Hautzähnen.

Der Kopf der Wirbeltiere enthält das Gehirn, die Sinnesorgane und die Mundhöhle.

Die Mundhöhle wird, mit Ausnahme von Amphioxus und den Cyklostomen, von dem als Oberkiefergaumenapparat und Unterkiefer benannten Skelettbogen umschlossen; der Unterkiefer läßt stets kräftige Bewegungen zu, während die Teile des Oberkiefergaumenapparates mehr oder weniger fest miteinander und mit dem Schädel verwachsen sind oder auch an diesem verschoben werden können. Beide Körper wirken im Gegensatz zu den Kiefern der Arthropoden von oben nach unten gegeneinander. In der Regel tragen diese Kiefer Zähne, welche als von Epidermoidalgebilden mit Schmelz bekleidete oder verknöcherte Papillen der Mundschleimhaut mit den Kieferknochen entweder direkt

verwachsen sind, oder wie bei den Säugetieren in besonderen Alveolen stecken. Bei den höheren Vertebraten sind die Zähne nur auf die beiden Kiefer beschränkt, während sie bei den niederen Wirbeltieren, besonders bei den Fischen in reicher Zahl auf allen die Mundhöhle begrenzenden Knochen vorkommen. Bei den Vögeln und den Schildkröten werden die Zähne durch eine hornige Umkleidung der scharfen Kieferränder (Schnabel) ersetzt und die Bartenwale besitzen am Gaumen Hornblätter (Barten).

Die Vertebraten zerfallen in 7 Klassen: Akranier, Cyklostomen, Fische, Amphibien, Reptilien, Vögel und Säugetiere. In dem speziellen Teil dieses Buches ist die Einteilung aus praktischen Gründen auf nur 5 Klassen beschränkt worden, indem die Akranier und die Cyklostomen unter die Fische gruppiert wurden.

I. Die **Akranier**, durch *Amphioxus* vertreten, bilden die niederste Stufen der Vertebraten. Sie haben weder Schädel, noch Wirbelsäule, noch Herz und Gehörorgan; dagegen Chorda, Rückenmark und kontraktile Blutgefäße. Die Atmung geschieht durch Kiemen.

II. Die **Cyklostomen** sind wurmförmige Fische ohne Wirbelsäule, mit Knorpelskelett, paarigen Flossen, keinen echten Schuppen und Zähnen. Der Schädel ist knorpelig, das Gehirn besteht aus 5 Hirnblasen; Augen und Gehörorgan vorhanden. Das venöse Herz besteht aus Kammer und Vorhof. Die unpaare Nase kann durch einen Gang mit dem Rachenraum verbunden sein. Die Mundöffnung ist rund.

III. Die **Fische** besitzen Wirbelsäule. Schädel mit Visceralskelett. Sie haben unpaare Extremitäten, dagegen paarige Brust- und Bauchflossen. Der Körper ist mit Schuppen bedeckt, die sich namentlich bei den Selachiern zu Hautzähnen ausgebildet haben. Die Atmung geschieht durch Kiemen. Die Fische sind Kaltblüter; das venöse Herz besteht aus Kammer und Vorhof. Die Augen haben Linse und Glaskörper. Als hydrostatisches Organ dient die Schwimmblase. Die Haut zeigt Plakoidschuppen. Sämtliche Teile des Mundes sind mit Zähnen versehen.

IV. Die **Amphibien** sind Kaltblüter mit doppeltem Condylus ossis occipitis. Die Tiere sind Lungen- und Kiemenatmer, die Jungen atmen durch Kiemen, die ausgewachsenen Amphibien durch Lungen; die Atmung erfolgt durch Schlucken der Luft. Das Herz besteht aus einer Kammer und zwei Vorkammern; die rechte ist venös, die linke bei Lungenatmung arteriell. Fünfstrahlige Extremitäten statt der Fischflossen. Den Eingang zum Verdauungskanal bildet die mit weit gespaltenem Rachen beginnende Mundhöhle, deren Kiefer- und Gaumenknochen in der Regel mit Zähnen besetzt sind. Der Unterkiefer ist am Quadratum aufgehängt. Das Ohr enthält einen schallleitenden Apparat. Die paarige Nase steht durch Choanen mit der Mundhöhle in Verbindung. In der Entwicklung machen die Tiere eine Metamorphose mit und sind Larven. Als Niere fungiert die Urniere.

V. Die **Reptilien** sind Kaltblüter mit ausschließlicher Lungenatmung. Das stark entwickelte Knochenskelett zeigt nur einen unpaaren Condylus occipitis und am Schädel ein Os transversum. Die geschuppte oder panzerartige Haut ist stark verhornt. Das Herz ist in eine venöse und eine arterielle Hälfte geteilt, die Herzkammer

ist nur unvollständig. Im Nierensystem existieren die bei Vögeln und Säugetieren herrschenden Verhältnisse. Die Bezahnung ist gegenüber den Fischen mehr entwickelt, dieselbe ist weniger zahlreich und die Zähne sind vielfach in Alveolen befestigt.

VI. Die **Vögel** sind eierlegende befiederte Warmblüter mit vollständig getrenntem rechten und linken Herzen. Das Hinterhaupt hat nur einen Condylus. Die vorderen Extremitäten sind zu Flügeln ausgebildet. Die Vögel sind den Reptilien nahe verwandt (Sauropsiden). Die Knochen sind mit Lufträumen versehen, die meist mit der Lunge verbunden sind. Das Auge ist besonders fein ausgebildet. Die zahnlosen Kiefer sind zu einem Schnabel geformt, der mit Hornscheiden bekleidet ist.

VII. Die **Säugetiere** sind behaarte, meist vierbeinige Warmblüter, die lebendige Junge gebären und diese mittels des Sekretes der Milchdrüsen säugen. Die hinteren Extremitäten sind mit Ausnahme der Walfische überall im festen Beckengürtel mit dem Kreuzbein verbunden; die Extremitäten zeigen verschiedene Abweichungen vom Typus (bei den Cetaceen bilden die Extremitäten kurze Schwimmflossen, bei den Chiropteren sind die Vordergliedmaßen zu langen Flugapparaten umgebildet). Die Fünfzahl der Zehen wird nicht überall überschritten, oft aber reduziert. Der Schädel, dessen Knochen durch Nähte verbunden sind, besitzt zwei Kondylen, die auf dem obersten Halswirbel aufsitzen. Die Wirbelsäule besteht aus Halsteil, Brust-, Lenden-, Kreuzbein- und Schwanzteil. Die Ueberreste des Visceralskelettes sind im Ohr als Hammer, Amboß und Steigbügel vorhanden. Das Gehirn ist gegenüber den vorigen Tierklassen mächtig entwickelt, während die Sinnesorgane verschieden stark ausgebildet sind. Die Bezahnung ist die höchstentwickelte unter allen Tieren: Wurzelbildung, heterodonter und diphyodonter Typus, Befestigung in Alveolen.

Bedeutung des Tiersystems.

Beim Vergleich der verschiedenen Klassen und Gruppen des ganzen Tiersystems sieht man zuallererst, daß die einzelnen Klassen unter sich sehr verschieden sind, und daß die einzelnen Gruppen in Bezug auf die Höhe oder Vollkommenheit ihrer Organe und deren Leistung bedeutend variieren. Dann bilden die verschiedenen Tierordnungen durchaus nicht *eine* aufsteigende Linie vom einfachsten Tier bis zum vollkommensten und einzelne Familien derselben Ordnung sind mehr oder weniger vollkommen ausgebildet. Dann gibt es endlich zahlreiche Tierformen, welche weder in die eine noch in die andere Abteilung passen, weil sie Merkmale beider Gruppen aufweisen, die Zwischen- oder Uebergangsformen.

Bei der Betrachtung der einander ähnlichen bezw. verwandten Tierformen kann man leicht die Frage nach dem Grunde dieser Aehnlichkeit oder Verwandtschaft aufwerfen. Die Erklärung wäre leicht, wenn man von der Annahme ausgehen will, daß die vielen jetzt lebenden Tierformen von einfacher gebauten Vorfahren abstammen. Für die Zulässigkeit dieser Annahme scheinen verschiedene Tatsachen zu sprechen. Es läßt sich zuverlässig beobachten, daß jetzt lebende Arten variieren, daß aus vorhandenen Species auf dem Wege der Fortpflanzung, sei es durch Kreuzung, Vererbung oder Anpassung,

sich neue Formen entwickeln. Aus paläontologischen Befunden ist ferner bewiesen, daß den heute lebenden Arten andersgestaltete vorausgingen, und daß diese im allgemeinen eine um so weniger vollkommene Einrichtung und Ausbildung der einzelnen Werkzeuge haben, je älter sie sind. Auch treten im Laufe der Entwicklung höherer Lebewesen vorübergehend Zustände und Bildungen auf, die bei niederen Tieren zeitlebens bleiben (z. B. der Larvenzustand der verschiedenen Tiere, die Entwicklung des Vogels im Ei, die Frösche und ihre Entwicklung). Endlich lassen sich die Erscheinungen der geographischen Verbreitung, die eigenartigen Inselfaunen, nur auf dem Wege einer langsamen Umbildung der Arten erklären. Wenn man auch im allgemeinen annehmen darf, daß die heutigen Tiere von Urformen abstammen, so bleibt doch in den meisten Fällen der Weg der Abstammung noch unaufgeklärt. Alle Tiersysteme sind deshalb nur Hypothesen und müssen sich mit dem erlangten Grade weiterer Erkenntnis notwendig ändern.

Die zeitliche Verbreitung der Tiere.

Bei der Bildung der Erdschichten wurden vielfach die zur Entstehungszeit dieser Gesteine gerade lebenden Pflanzen und Tiere in die Mineralmasse eingebettet. Sämtliche sedimentäre Gesteine enthalten solche Ueberreste, die teils von steinartigen Krusten umhüllt sind, teils nur Abformungen oder Abdrücke der früheren Körpergestalt darstellen, teils aber auch Verkohlungen und wirkliche Versteinerungen sind.

Die Fossilien, d. h. die Körperreste der Tiere und Pflanzen, welche die einzelnen Erdschichten aufweisen, erklären zunächst die Lebensverhältnisse, welche zur Zeit der betreffenden Schichtenbildung auf Erden vorherrschend waren; dann zeigen sie auch die allmähliche Entwicklungsgeschichte der Pflanzen und Tiere; auf welche Weise die Erdschicht sich bildete, ob im Meere oder durch Süßwasser, und dann dienen sie zur Unterscheidung der Schichten früherer oder späterer Bildung.

Diejenigen Schichten, welche nach der Art ihrer Entstehung und der Aehnlichkeit der einzelnen auf die gleiche Zeit ihrer Bildung hinweisen, d. h. die im gleichen Zeitraume der Erdrindenentwicklung entstanden sind, bilden zusammen eine Formation. Die Zeitdauer, in welcher die Ablagerung verwandter Formationen erfolgte, nennt man Zeitalter oder Periode.

Da es besonders bei den Wirbeltieren zum Verständnis der lebenden Formen notwendig ist, paläontologische Ergebnisse heranzuziehen, so möge hier eine Uebersicht über den geologischen Aufbau der Erde mit einer kurzen zoologischen Charakteristik der einzelnen Perioden Platz finden.

I. Urzeit oder archäische, azoische eozoische Periode. In diesem Zeitalter scheint die Erdoberfläche für organisches Leben noch nicht geeignet gewesen zu sein. Höchstens könnten niederste Formen, Algen, Amöben, Quallen, Weichtiere gelebt haben, deren Reste wegen ihres weichen Körpers nicht versteinern konnten. Die Erde bestand aus kristallinischen Urschiefern, Gneis, Glimmerschiefer etc.; dazwischen lagen Quarzfels, Graphit, die von eruptiven Massen, Granit

Syenit und vielen Erzgängen durchbrochen wurden. Die ältere Formation, die **Urgneis- oder laurentische Gruppe**, die in Kanada mächtig entwickelt ist, lagert unter der **Urschiefer- oder huronischen Gruppe.** Aus dieser Periode sind noch keine Organismen mit Sicherheit nachgewiesen, obwohl die ersten Spuren organischen Lebens: Tange, Seelilien, Würmer in den obersten Schichten konstatiert werden konnten. In der tierischen Natur ist das Auftreten von Eozoon canadense aus den laurentischen Schichten noch ein umstrittener Punkt.

II. **Das Altertum der Erde, das primäre oder paläozoische Zeitalter.** Bei Beginn dieser Periode war noch der größte Teil der Erde vom Meer bedeckt, allmählich hoben sich Inseln und Erdteile; erst in diesem Zeitalter drangen die Sonnenstrahlen durch die dampfförmige Wolkenschicht. Die Bedingungen für die Entwicklung des pflanzlichen und tierischen Lebens stellten sich ein; es traten zunächst nur Meerespflanzen, Algen und Seetange auf; dem Boden fehlte noch der nötige Humus für das Wachstum von Landpflanzen. Als **kambrische Formation** bezeichnet man die ältesten Schichten, die nach ihrer Verbreitung in die **Silur- und Devon-Formation** unterschieden werden. Nur das Meer bot Tieren einen Aufenthalt; es entstanden weite Korallenbänke, Weichtiere (Armfüßer), Trilobiten und Krebstiere, ja sogar schon ein Knorpelfisch als erstes Wirbeltier. Bei der silurischen Formation beginnen überhaupt schon die Fische und erreichen bei der devonischen Formation eine große Mannigfaltigkeit.

In der **Steinkohlenzeit** begegnen wir Ende dieser Periode bereits einigen Nadelhölzern und Palmen. Das Tierleben war während dieser Zeit fast nur auf das Meer beschränkt. Trilobiten und andere Tiergeschlechter sind verschwunden und neue traten auf, Knorpelfische, Spinnen, Insekten. Auch von den ersten Amphibien und froschartigen Tieren hat man einige Ueberreste entdeckt; in dem roten Sandstein Pennsylvaniens fand man Fußspuren großer Amphibien.

Zu den **Dyasformationen** zählt man hauptsächlich die Formationen des *Rotliegenden* und des *Zechsteines.* Während dieser Periode ist das Pflanzenleben im Vergleich mit der mächtigen Steinkohlenflora dürftig, auch das Tierleben bleibt während des Rotliegenden zurück, um desto kräftiger mit dem Beginn der Zechsteinzeit zu erwachsen. Häufig ist das Vorkommen von Knorpelfischen und molchartigen Amphibien, während Vögel und Säugetiere noch fehlen.

III. **Das Mittelalter der Erde oder die mesozoische Periode, das sekundäre Zeitalter,** kennzeichnet sich auch noch durch Sandsteinschichten, Dolomiten, Gips- und Salzablagerungen. Die meisten Tiere und Pflanzen der paläozoischen Zeit sind verschwunden und neue Formen bewohnen Land und Meer. Von Tieren sind schon vorhanden Krebse, Insekten, Spinnen; riesige Froschamphibien, die abenteuerlichsten Gestalten der echten Saurier und einige Säugetiere zeigen die stete Entwicklung der Tierwelt. Man unterscheidet drei Formationsgruppen:

1. Die **Triasformation** mit Buntsandstein, Muschelkalk, Keuper und der Rätischen Stufe. In dieser Formation treten die ersten Säugetiere auf, *Dromatherium, Microlestes.* Im Keuper erscheinen die ersten Marsupialier.

2. Die **Juraformation** mit unterem, mittlerem und oberem Lias, Ton, Sandstein, Oolithen. Es erscheinen *Ctenacodon, Plagiaulax* und andere Multituberkulaten, Trikonodonten und Trituberkulaten. Auch die ersten Vögel zeigen sich.

3. Die **Kreideformation** besteht aus Ton-, Schiefer-, Sand- und Kalkstein. In der oberen und unteren Kreide treten verschiedene Multituberkulaten und Trituberkulaten, sowie Marsupialier auf.

IV. **Die Neuzeit der Erde oder die känozoische Periode** ist eine Neuzeit nach jeder Beziehung hin. Ausgedehnte Hebungen und Senkungen des Bodens fanden statt, so daß die Festländer annähernd die heutige Gestalt erhielten. Man teilt diese Periode in die Tertiär- und die Braunkohlenperiode und in die Quartär- oder Torfperiode.

1. Das **tertiäre Zeitalter** umfaßt als untere Stufe das Eozän, diesem folgt das Oligozän, das Miozän und als oberste Abteilung das Pliozän.

Im **unteren Eozän** erscheinen *Polymastodon*, ältere Ungulatentypen, Karnivoren, Insektivoren, Lemuriden, Kreodonten und Kondylarthren. In dieser Periode erlöschen Multituberkulaten.

Im **mittleren Eozän** treten auf *Hyracotherium, Dinoceras, Phenacodus,* Insektivoren, Chiropteren, Hyrakoiden, Artiodaktylen, Perissodaktylen, Rodentien, Lemuriden, Affen, Kreodonten. Es erlöschen dagegen Kondylarthren, Tillodontien, *Dinoceras* und einige Kreodonten.

Im **oberen Eozän** erscheinen Kreodonten, *Mesonyx, Oreodon* und Tapire.

Im **unteren Miozän** erscheinen *Mesohippus,* Kreodonten, echte Hunde und Katzen, Affen, Schweine, *Dicotyles, Opossum,* Insektivoren, Rodentien, Kreodonten, *Oreodon,* während die Arten *Titanotheres* und *Hyracodon* aussterben.

Im **mittleren Miozän** treten auf *Miohippus* und das zweihörnige Rhinozeros.

Im **oberen Miozän**: *Protohippus, Hipparion, Mastodon,* Edentaten, Rhinozeros, Wild, Lamas und Kamele. Dagegen erlöschen Kreodonten, *Hyaenodon, Oreodon.*

Im **Pliozän** erscheinen: *Equus, Mastodon, Bradypus,* Hyäniden und Musteliden. Die oberste Schicht des Pliozän ist das Pleistozän.

2. Das **quartäre Zeitalter** teilt sich in Diluvium und Alluvium. Bei Beginn der Diluvialzeit war der größte Teil der nördlichen Halbkugel mit Wasser bedeckt und die kalte Zone hatte eine größere Ausdehnung als heute. Gletscher bedeckten das Hochgebirge. Es herrschte die Eiszeit. Im Innern der Festländer waren die Moore, die Wälder von riesigen Geschöpfen belebt, die für ein kälteres Klima eingerichtet waren: die Höhlenhyäne, der Höhlenlöwe, der Höhlenbär (*Ursus spelaeus*), das Mammut, das wollige Rhinozeros, der Riesenhirsch, das Riesenfaultier u. a. Auch heute nur noch hochnordische Formen waren weit nach dem Süden verbreitet: *Gulo, Rangifer tarandus, Alces palmatus,* Moschustiere, Lemming, Schneehase. Reste von Meerestieren werden wenige gefunden und umfassen Arten, die zum Teil noch in der Nordsee leben: Auster, Herzmuschel u. a. Die Fundstätten für die genannten fossilen

Tiere sind Kalktuffe, Kalkhöhlen, Torflager, Sand-, Lehm- und Schlammanhäufungen.

Auch der Mensch lebte bereits vor der eintretenden Vergletscherung des europäischen Festlandes; menschliche Knochen und knöcherne Werkzeuge findet man schon in den Diluvialschichten. Ebenso den *Elephas primigenius* et *antiquus*; das Alluvium zeigt ebenfalls Menschenreste. (Vgl. Speziellen Teil unter dem Kapitel „Mensch".)

Ohne äußere bemerkbare Unterbrechungen ging die Tertiärzeit in die Diluvialzeit, in die Eiszeit und diese dann in das Zeitalter des Alluviums über. Die Diluvialzeit charakterisiert sich dadurch am besten, daß in ihr Tierarten aus den verschiedensten Zonen bunt durcheinander lebten, daß sie die Periode der oben genannten Riesentiere ist. Das Alluvium umfaßt alle die Bildungen, welche noch gegenwärtig durch das Wasser, durch Verwitterungsvorgänge, Vulkane etc. auf der Erdoberfläche hervorgebracht werden, dann aber auch die Zeit, in welcher sich die gegenwärtige Pflanzenwelt und das animale System entwickelt hat.

I. ABSCHNITT.

Kopf und Mundhöhle.

Der Schädel der Vertebraten.

Entgegen der früheren Wirbeltheorie von GÖTHE-OKEN, nach welcher das Kopfskelett der Wirbeltiere aus einer Summe von „Schädelwirbeln" bestehen sollte, stellte GEGENBAUR seine Segmenttheorie auf, nach welcher der Schädel nicht aus modifizierten Wirbeln, sondern aus einer Anzahl von Segmenten sich entwickelt.

Man unterscheidet am Schädel der Wirbeltiere zwei Teile, einen dorsalen, cerebralen Abschnitt: das **Cranium cerebrale**, den Gehirnschädel, und einen ventralen, visceralen Abschnitt: das **Cranium viscerale**, das Visceralskelett, den Gesichtsschädel. (Für die einzelnen Teile des Schädels vgl. Fig. 1—11.)

Das **Cranium cerebrale** baut sich aus zweierlei Knochen auf: den primären Knochen des ursprünglich häutigen, später verknöcherten Primordialcranium und den sekundären Deckknochen oder Belegknochen, die aus der Haut entstehen und erst sekundär mit den übrigen Schädelknochen sich verbinden. Die genannten primären Knochen machen die drei Stufen des häutigen, knorpeligen und knöchernen Stadiums durch, ebenso wie die des Visceralskelettes.

Aus dem Primordialcranium gehen folgende Knochen hervor: Das Os occipitale, bestehend aus einem Basioccipitale, zwei Exoccipitalia und einem Supraoccipitale. Das Os sphenoideum, bestehend aus Basisphenoid, Präsphenoid, zwei Alisphenoiden, zwei Orbitosphenoiden. Die Ossa otica, die bei Säugetieren zum Os petrosum verschmolzen sind. Das Os ethmoideum, bestehend aus Mesethmoideum und den Exethmoidea. Die Deckknochen sind: zwei Ossa frontalia, zwei Ossa parietalia, zwei Ossa nasalia, drei Ossa temporalia: Os squamosum, Os tympanicum, Os lacrimale. Der Oberkiefer- und der Unterkieferapparat, welch beide letzteren das Visceralcranium bilden.

Das **Cranium viscerale** entsteht von den knorpeligen Visceralbögen, die den ersten Abschnitt des Vorderdarmes reifenartig umspannen und bei Kiemenatmern bis zu neun angelegt werden, während sie bei höheren Typen immer größere Reduktion erfahren und zum Teil mittels eines Funktionswechsels zum Gehörorgan und Kehlkopf in bestimmte Beziehungen treten. Die beiden ersten Visceralbögen, die Lippenbögen, sind von geringer Bedeutung; das erste eigentliche Kiemenbogenpaar, der Kieferbogen, spaltet sich im vorderen Teil in Oberkiefer- und Unterkieferfortsatz, während sich aus dem hinteren

Teile die Gehörknöchelchen entwickeln. (Beim Menschen bilden diese Fortsätze die Anlage zu dem gleichnamigen Knochen und zugleich später die Scheidung zwischen Nase und Mund durch vereinigendes Wachstum; bleibt dieses aus, so entstehen Hasenscharte und Wolfsrachen.)

Der Kieferbogen teilt sich in das obere Os palatoquadratum und das untere Os mandibulare, die Grundlage des Unterkiefers. Das zweite Kiemenbogenpaar, der Zungenbeinbogen, teilt sich in das Os hyomandibulare und das Hyoid. Die übrigen Kiemenbögen tragen Kiemen. (Vgl. Fig. 1.)

Vor dem ersten Kiemenbogenpaar entstehen auf Grundlage der Lippenbögen das Os maxillare und Os praemaxillare s. intermaxillare. Der vordere Teil des Palaquadratum verknöchert zum Vomer, Palatinum, Pterygoideum und den Ossa jugalia. Aus dem hinteren Teil entsteht das Os quadratum, das mit dem Os mandibulare artikuliert. (Deckknochen sind: Os articulare, Os dentale, Os angulare.) Das Quadratum, welches als Träger (Suspensorium) des Unterkiefers dient, bleibt entweder vom Schädel durch ein Gelenk getrennt, d. h. es verbindet sich mit ihm nur bindegewebig oder verwächst mit ihm zu einer Masse. Während später das Hyomandibulare, Quadratum und Jugulare ganz in die Gehörkapsel hineinwandern, erhält das Hyoid eine Bandverbindung mit der Ohrgegend des Schädels. Das Hyomandibulare ist oft mehr oder wenig innig mit dem Außenende des Knochens verbunden, welcher Columella auris genannt wird. Letzterer verbindet sich mit der Platte des Steigbügels, das Quadratum wird zum Amboß, das Articulare zum Hammer, so daß das ursprüngliche Kiefergelenk zum Hammer-Amboßgelenk wird, während das spätere Kiefergelenk eine Neubildung ist.

Beim niedersten Wirbeltier, Amphioxus, fehlt der Schädel gänzlich. Bei vielen Fischen besteht ein knorpeliger Primordialschädel ohne jede eigentlichen Schädelknochen. Der Gesichtsschädel ist entweder unvollständig entwickelt wie bei Petromyzon oder der Oberkiefer ist jederseits durch einen Knorpel dargestellt. Bei anderen Fischen und bei allen höheren Vertebraten können der Knorpelschädel und die Gesichtsbögen mehr oder weniger ausgedehnt stehen bleiben, aber es treten Knochen hinzu, die entweder nur Hautknochen sind, wie beim Stör, oder aus der Verknöcherung des knorpeligen Schädels selbst hervorgehen oder aus der Entwicklung von aufgelagerten Hautknochen.

Der Schädel der Säugetiere.

Bei den Säugern ist die Verbindung zwischen dem cerebralen und visceralen Schädelabschnitt eine viel innigere, als dies bei den niederen Wirbeltieren der Fall ist. Beide erscheinen nach abgeschlossener Entwicklung, abgesehen von dem mandibularen Bogen, wie aus einem Stück, und bei den höchsten Typen, wie beim Menschen, stellt man den Gesichtsschädel dem Hirnschädel gegenüber. Beide gehen derartige Lagebeziehungen zueinander ein, daß der Gesichtsschädel, je höher entwickelt das Säugetier ist, an die basale Seite des Hirnschädels zu liegen kommt. Gleichzeitig tritt der Gesichtsschädel gegenüber dem großen auf eine hohe geistige Stufe hinweisenden Hirnschädel stark in den Hintergrund.

Das Kopfskelett der Säugetiere besteht aus den Schädelknochen und den Gesichtsknochen. Die Knochen sind die gleichen wie beim Menschen, nur ist ihre Zahl weit größer, insofern mehrere Knochen, wie beim Menschen, nur im Fötalleben und beim Neugeborenen in einzelnen Teilen vorkommen, bei den anderen Säugern auch später noch gegliedert bleiben. Das ist besonders beim Hinterhauptbein, Keilbein und Schläfebein der Fall, so daß die Zahl der Schädelknochen 12—16 beträgt, während beim Menschen nur 8 vorhanden sind.

Der **hintere Schädelbezirk** besteht aus dem **Os occipitale**, Hinterhauptbein, das die Verbindung mit der Wirbelsäule vermittelt und das Foramen magnum occipitis umschließt. Ursprünglich besteht das Hinterhauptbein aus vier Teilen: Pars basilaris, dem Körper; den zwei Partes laterales und der Squama occipitalis, Hinterhauptsschuppe. Die beiden Partes occipitales sind die Träger der Kondylen zur Verbindung mit dem Atlas. Die Synostose der Teile ist erst zwischen dem 6.—7. Lebensjahre vollendet.

Der **mittlere Schädelbezirk** wird vom Keilbein, Schläfenbei und den beiden Scheidelbeinen gebildet. Er umschließt den weitesten Teil der Schädelhöhle.

Das **Os sphenoidale** setzt sich aus dem kubischen Körper und zwei Flügelpaaren zusammen. Der Körper entsteht aus dem vorderen Präsphenoid, welches seitlich die kleinen oder Orbitalflügel zeigt, und aus dem hinteren Basisphenoid, welches seitlich die großen oder Temporalflügel besitzt, welche jederseits einen Flügelfortsatz tragen, an dessen mediale Fläche sich als Belegknochen das Pterygoid anlegt. Letzteres bildet nach seiner Verschmelzung die mediale Lamelle des Processus pterygoideus und ist ein wesentlicher Bestandteil des Oberkiefergaumengerüstes (wie bei den Robben und Hundearten). Das Pterygoid ist eigentlich ein selbständiges Knochenstück, das nur beim Menschen und vielen Säugern, bei denen es seine Wichtigkeit für den Gaumen verloren hat, mit einem Fortsatz des hinteren Keilbeins verwächst, während es in allen anderen Fällen, wo es zur Vervollständigung des Gaumens dienen soll, seine Selbständigkeit behält. Die beiden Keilbeinflügel sind verschieden groß. Bei Nagern, Karnivoren und Edentaten sind die hinteren Flügel größer, während bei vielen Huftieren und Cetaceen die vorderen Flügel größer sind. Das vordere Keilbein zeigt die beiden Foramina optica für die Sehnerven, die in der Regel voneinander getrennt sind, auch wenn sie noch so nahe beieinander liegen. Sehr selten, wie bei Pedetes und Lepus, fließen sie zusammen.

Die **Ossa parietalia** bilden den oberen Abschluß der mittleren Schädelknochen. Bei manchen Säugern (Ruminantien, Einhufern, Pachydermen, Cetaceen, Monotremen, verschiedenen Karnivoren) verwachsen die Knochen frühzeitig untereinander. Bei den meisten Mammalien jedoch entwickelt sich zwischen denselben und dem oberen Teil des Hinterhauptbeines ein Os interparietale, das gleichsam ein Fontanellknochen ist und mit anderen Knochen entweder verwächst oder seine Selbständigkeit behält.

Das **Os temporale** besteht aus drei Teilen: Pars petrosa (Primärknochen), Pars squamosa und Pars tympanica (Belegknochen), die beim Neugeborenen noch getrennt voneinander sind. Von den beiden letztgenannten Belegknochen stellt das Tympanicum

ursprünglich einen oben offenen Ring dar, der bei manchen Monotremen, Marsupialiern bleibend sich erhält, bei anderen sich wesentlich umgestaltet; das Tympanicum entspricht wahrscheinlich dem Paraquadratum der Amphibien und Reptilien und bildet bei höheren Typen, röhrenartig auswachsend, die Pars ossea des äußeren Gehörganges und kann sich zu der sogenannten Bulla tympanica ausdehnen, wie solche bei vielen Rodentien, Karnivoren u. a. vorkommt. Das Squamosum bildet den Träger des Unterkiefers. Die beim Menschen unterscheidbare Pars mastoidea und der Processus mastoideus sind meistens nur schwach entwickelt und stellen bei den Säugern nie ein selbständiges Os mastoideum dar.

Der **vordere Schädelbezirk** besteht hauptsächlich aus Stirnbein und Siebbein.

Das **Os frontale** besteht aus einer Pars frontalis, zwei Partes orbitales und einer Pars nasalis. Nur bei wenigen Mammalien (Monotremen, Insektivoren, Chiropteren, Quadrumanen) sind die einzelnen Teile frühzeitig miteinander verschmolzen. Die Ossifikation beginnt am Tuber frontale. Das Stirnbein legt sich in der Regel paarig an und im zweiten Jahre verschmelzen beide Frontalia, bisweilen persistiert eine mediane Sutura frontalis. Zwischen den über den Augenhöhlen liegenden Abschnitten bleibt eine Lücke offen, die Incisura ethmoidalis, welche vom Siebbein ausgefüllt wird. Die diese Lücke begrenzenden Partes orbitales, welche frühzeitig die Decke der Orbita bilden, biegen sich bei vielen Säugern mit ihrem inneren Teil sehr weit abwärts, so daß sie an der Bildung der inneren Orbitalwand einen großen Anteil haben. Namentlich tritt dies dann hervor, wenn (wie bei den Robben) beide Augenhöhlen einander sehr genähert sind oder gar (wie auch bei Affen und Rodentien) zu einer unpaaren Platte verschmolzen sind.

Das Stirnbein kann Hörner und Geweihe tragen; erstere finden sich bei den als Cavicornia bezeichneten Gattungen der Bovinae, Ovinae, Caprinae, Antilopinae. Bei diesen entsteht um die von den Stirnbeinen auswachsenden Knochenzapfen, die sogenannten Stirnzapfen, eine verhornende Epidermisschicht. Bei den Geweihträgern (den Cerviden, bei welchen, mit Ausnahme des Renntiers, das Geweihe auf das männliche Geschlecht beschränkt ist) bildet sich, im engen Zusammenhang mit dem Geschlechtsleben und unter außerordentlicher Beteiligung der Gefäße, ein Hautknochen, welcher dem Stirnzapfen, sogenanntem Rosenstock, aufsitzt und sich von der kranzförmig verdickten Basis desselben in regelmäßig periodischem Wechsel ablöst, um abgeworfen und erneuert zu werden. Das anfangs einfach gestaltete Geweih gewinnt mit den Jahren durch Zunahme der Endenzahl immer mehr an Umfang. Erst im Miozän beginnt die Scheidung von Horn- und Geweihträgern, die vor dieser Periode noch nicht zu unterscheiden waren.

Das **Os ethmoidale** grenzt hinten an das Keilbein, vorn an das Stirnbein und besteht aus der medianen senkrechten Lamina perpendicularis und den Seitenteilen. Das Siebbein ist wesentlich ein Gerüstknochen des Riechapparates, der an der Schädelbildung nur einen geringen Anteil nimmt, da seine größte Portion in die Nase hineinragt und die Träger der Riechschleimhaut bildet. Die mediale Wand des Labyrinthes trägt die beiden oberen Muscheln. Im 5. Monat beginnt die Ossifikation, bis vom 5.—7. Jahre die Vereini-

gung der Seitenteile mit der Lamina perpendicularis erfolgt, welch letztere den knöchernen Teil der Nasenscheidewand bildet. Von der Lamina cribrosa entsteht eine knorpelige Platte, das schon erwähnte Mesethmoid, welche die Nasenhöhle in zwei Hälften teilt. Auf ihr bildet sich als Belegknochen der ursprünglich paarige Vomer.

Die Schädelknochen sind, wie beim Menschen, durch Nähte verbunden; bei manchen Säugern verwachsen diese Nähte frühzeitig (bei vielen Karnivoren, Mustela, Meles, Lutra u. a.), ebenso bei den Monotremen.

Der **Gesichtsteil des Schädels** besteht aus dem unbeweglich mit dem letzteren verbundenen Oberkiefer und dem beweglichen Unterkiefer, welcher zusammen mit dem Kiefergelenk und dem Zungenbein das Visceralskelett bildet.

Die Gesichtsknochen der Säugetiere sind analog den Schädelknochen zahlreicher als beim Menschen, insofern auch hier einzelne Knochen, die beim Menschen zusammengewachsen sind, bei den übrigen Säugern geteilt zu sein pflegen, wie dies namentlich von den Nasenbeinen mancher Affen gilt. So kann die Zahl der Gesichtsknochen 15—18 betragen.

Zum Oberkieferteil gehört die Nasenregion mit dem Tränenbein, dem Nasenbein, dem Vomer, dem Oberkiefer, dem Gaumenbein, der unteren Muschel, dem Jochbein und das schon erwähnte Pterygoid, das bei verschiedenen Arten vorkommt und einen wichtigen Bestandteil des Kiefergaumenapparates bildet.

Das **Os maxillare superius s. Maxilla** (vgl. Fig. 5) besteht jederseits aus zwei Stücken, dem eigentlichen Maxillare, dem Träger der Eck- und Backzähne, und dem Praemaxillare s. Intermaxillare, dem Zwischenkiefer, der die Schneidezähne trägt. Die beiden Oberkieferhälften und das Praemaxillare bilden das Fundament des Gesichtsschädels und beteiligen sich in ausgedehnter Weise an der Umschließung des Cavum nasale. Sie erzeugen die horizontalen Processus palatini, welche ebenso wie die des weiter rückwärts liegenden Os palatinum in der Medianlinie zusammenschließen und so, unter Trennung der Nasen- und Mundhöhle, das Palatum durum bilden. Bisweilen beteiligen sich am Aufbau des harten Gaumens auch noch die Pterygoide, wie bereits erwähnt wurde. Bei Echidna, Dasypus, Myrmecophaga und verschiedenen Cetaceen kann der harte Gaumen eine beträchtliche Länge erreichen, so daß die Choanen sehr weit nach hinten zu liegen kommen. In der Wangengegend sind, mit Ausnahme einiger Edentaten und Insektivoren, beide Maxillaria durch ein Os zygomaticum s. jugale mit einem Fortsatze des Schläfenbeins verbunden, wodurch ein Jochbogen zustande kommt. Bei Einhufern, Wiederkäuern, Primaten u. a. tritt das Jugale mitunter auch mit dem Stirnbein in Verbindung, wodurch die Orbita bis auf einen kleinen Schlitz von der Schläfengrube abgeschlossen wird. Bei Karnivoren ist diese Verbindung nur unvollständig und bei Rodentien u. a. fließen Augen- und Schläfengrube gänzlich zusammen.

Die Sutura incisiva, welche zwischen Eckzahn und lateralem Schneidezahn quer über Kiefer und Gaumenfortsatz sich erstreckt und am Foramen incisivum endigt, bleibt bei den Tieren erhalten, während sie beim Menschen durch Synostose verschwindet.

Beim **Os maxillare inferius s. Maxilla inferior s. Mandibula** (vgl. Fig. 6) sind beide Seitenhälften, wie bei den Cetaceen, Wiederkäuern, Monotremen, Marsupialiern, Edentaten, Rodentien, vielen Karnivoren, den größten Teil des Lebens hindurch getrennt. Nur bei den Affen, Chiropteren, Pachydermen, Einhufern und beim Menschen verwachsen die beiden durch Bindegewebe verbundenen Hälften durch die Symphyse.

Zu den typischen Gesichtsknochen kommen bei manchen Säugetieren noch akzessorische hinzu. Beim Schwein und Maulwurf ist vor dem Praemaxillare der sogenannte Rüsselknochen vorhanden, der als Stütze für den Rüssel dient. Das Faultier besitzt ebenso ein Os praenasale; das Schnabeltier und der Ameisenigel ein Os praemaxillare (nicht identisch mit dem Os praemaxillare, das den Zwischenkiefer bezeichnet).

Von anderen Eigentümlichkeiten, die den Gesichtsschädel mancher Mammalien noch auszeichnen, gehört auch die Umgestaltung des Jochfortsatzes des Oberkiefers zu einem Knochengewölbe bei Coelogenys für die Aufnahme der Backentasche. Das Nashorn besitzt einen das Horn auf der Nase tragenden Knochenhügel. Auch die Orbita und die knöcherne Nasenhöhle bieten bei den verschiedenen Säugern Verschiedenheiten. Die Augenhöhlen sind nur beim Menschen und bei den Affen miteinander in Form und Bau ähnlich, während bei den übrigen Tieren mehr oder weniger bedeutende Abweichungen von dieser Form vorkommen. Auch das Tränenbein zeigt Verschiedenheiten; während es bei Affen, Karnivoren u. a. klein ist und ganz in der Orbita liegt, wird es bei Wiederkäuern u. a. so mächtig entwickelt, daß es aus der Orbita hervortritt und ein ansehnliches Glied des knöchernen Gesichtsschädels darstellt. Die Nasenhöhle, die das Riechorgan in sich schließt, teilt sich bei allen Säugern durch ein medianes Septum in zwei gleiche Seitenhälften. Bei den Robben verschmälert sich der Teil zwischen den Augenhöhlen derart, daß die Höhlen dicht beieinander liegen. Dies geht bei manchen Affen (Cebus u. a.), Nagern (Lepus u. a.) so weit, daß die beiderseitigen, dem Stirnbein angehörigen Knochenwände miteinander zu einem medianen Septum interorbitale verwachsen, wodurch die Nasenhöhle zum großen Teil vom Schädel entfernt wird.

Abweichend in Lage und Richtung verhält sich die Nasenhöhle der Cetaceen, wo sie statt der gewöhnlichen horizontalen Lage eine vertikale Stellung erhält, so daß die sonst vorderen Nasenöffnungen aufwärts stehen und vor der Stirn ihren Platz nehmen; demzufolge ändern auch andere Knochen des Schädels ihre Lage; einzig die beiden Oberkieferbeine mit den Prämaxillarien und der Unterkiefer bilden allein den schnauzenartig vorspringenden Gesichtsteil.

Der Kieferapparat der Vertebraten.

An die ventrale Seite des Gesichtsschädels legen sich knorpelige oder knöcherne Bögen an, welche den vorderen Bögen des Visceral- oder Kiemengerüstes entlehnt sind und zur stützenden Umschließung des Eingangs der Atmungs- und der Verdauungshöhle dienen sollen. In seiner einfachsten Form zeigt sich dieses Bogengerüst bei den Selachiern und Ganoiden. Durch Gliederung, Verknöcherung der

einzelnen Stücke, sowie durch Hinzutreten neuer Teile wird der Uebergang zu den höher entwickelten Tieren gegeben und erreicht seine Vollkommenheit im Gebiß der Säugetiere und des Menschen.

Der anfänglich an das Primordialcranium befestigte Kiefergaumenapparat besteht in seiner einfachsten Form aus dem oft gegliederten Kieferstiel, an dessen letztes Glied der Ober- und Unterkiefer eingelenkt sind. Beide sind anfangs beweglich. Durch Hinzukommen neuer Stücke besteht er aus dem Oberkiefergaumenapparat und dem Unterkiefer.

Der Oberkiefergaumenapparat gliedert sich in eine äußere und in eine innere Reihe. Die erstere besteht aus dem Os jugale, den Ossa maxillaria und den Ossa intermaxillaria s. praemaxillaria. Die innere Reihe besteht aus den Ossa pterygoidea und den Ossa palatina.

Der Unterkiefer, der ursprünglich einen mit dem Kieferstiel zusammenhängenden Knorpel bildet, ist aus einer Reihe von kleinen Knochenstücken zusammengesetzt, deren Anzahl bei den Reptilien und Vögeln bis auf 12 Stück gehen kann. Bei den höher entwickelten Formen verschmelzen die Knochenstücke miteinander und beim Menschen verwachsen auch die beiden Teile der Mandibula zu einem Ganzen. Bei den vier unteren Klassen der Vertebraten wird der Unterkiefer durch einen eigenen Knochen, das Quadratum, getragen.

Bei den durch Kiemen atmenden Wirbeltieren kommt ein System von Knochenstücken, den Visceralbögen mit den dazwischen liegenden Visceralspalten, zur Entwicklung, das teils die Kiemen trägt, teils zu zahntragenden Schlundknochen sich umformt.

Kieferapparat der Fische.

Bei dieser niedersten Klasse der Vertebraten (vgl. Fig. 1) kommt ein richtiges Kiefergerüst erst bei den Selachiern und Stören zur Ausbildung, wo ein am Schläfenteil befestigter Kieferstiel, Suspensorialapparat (*Hyomandibulare*) dem Kieferbogen und Zungenbein zur Befestigung dient. Der obere Abschnitt des ersteren, das Oberkieferstück, Palatoquadratum genannt, in Rücksicht seiner Stellung, die es zum Aufbau des Kiefergaumenapparates der höheren Wirbeltiere einimmt, ist in der Regel am Schädel durch Bänder beweglich befestigt. Das mit dem Schädel artikulierende Hyomandibulare nebst den von Cuvier als Os symplecticum und tympanicum (Metapterygoid) bezeichneten Knochenstücken bilden den oberen Abschnitt, das Praeoperculum den mittleren und das Quadratum den unteren, das Unterkiefergelenk tragenden Abschnitt des Kieferstiels. An den hinteren Rand des Praeoperculum legen sich flache Knochenplatten an, die den Kiemendeckel bilden und als Operculum, Praeoperculum, Suboperculumund Interoperculum unterschieden werden. Vom Metapterygoideum und Quadratum erstreckt sich gegen den Oberkiefer ein Knochen, der dem Flügelbein entspricht und sich aus einem äußeren und einem inneren Stück zusammensetzt. Dann folgt das Palatinum und der Oberkieferapparat mit dem an der Schnauzenspitze meist beweglich verschiebbaren Intermaxillare s. Praemaxillare und dem sehr variablen, meist zahnlosen Maxillare. Der Unterkiefer besteht aus zwei Knochenstücken, von denen das hintere das Os articulare darstellt, das mit

2*

dem Quadratum die Kiefergelenkverbindung vermittelt, während das vordere das Os dentale bildet. Zu diesen gesellen sich meist noch ein Os angulare und Os operculare. Der Unterkiefer besteht großenteils aus der primitiven Knorpelanlage, deren Fortbestand den MECKELschen Knorpel darstellt.

Bei den **Selachiern** wird der knorpelige Kieferbogen in der Temporalgegend mittels des Hyomandibulare am Schädel suspendiert. Das Palatoquadratum ist — die Chimaeridae ausgenommen — beweglich verbunden. Palatoquadratum und Unterkiefer tragen gewöhnlich eine reiche Bezahnung.

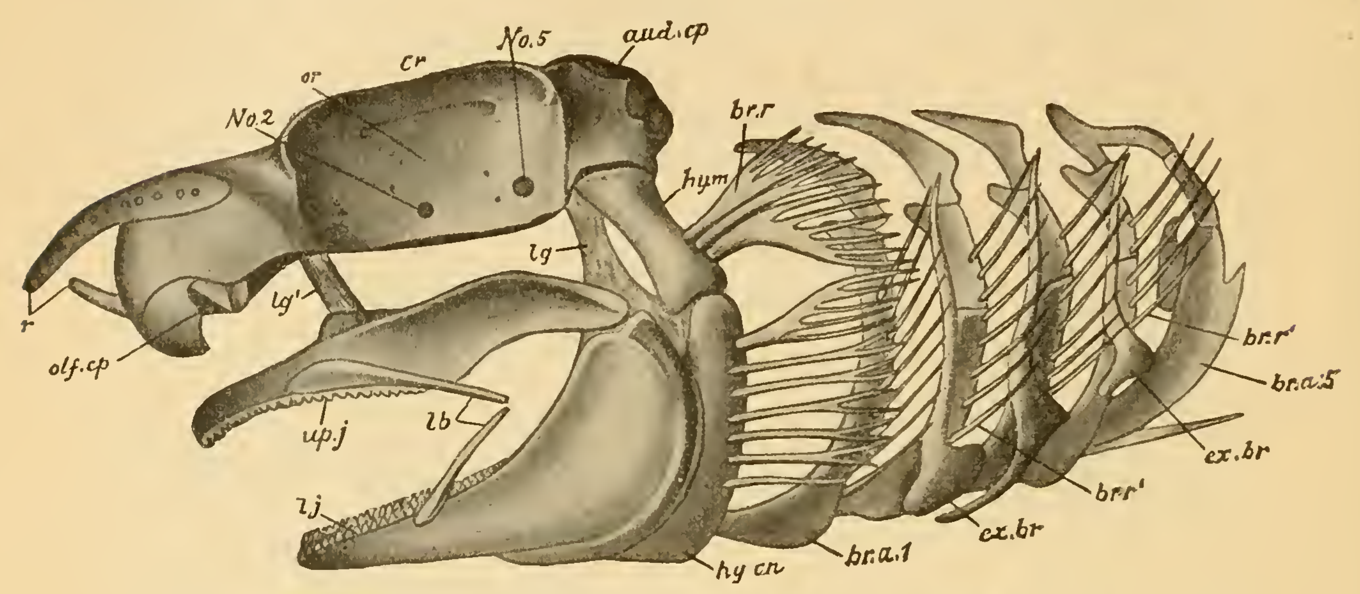


Fig. 1. **Kopfskelett von** *Scyllium canicula*. Nach PARKER. *aud. cp* Gehörkapsel, *br. a 1—br. a 5* fünf Branchialbögen, *br. r*, *br. r*[1] Branchialstrahlen, welche von dem Hyoid und den Branchialbögen entspringen, *Cr* Cranium, *ex. br* äußere Branchialknorpel, *hy. m* Hyomandibulare, *lb* Lippenknorpel, *lg*, *lg*[1] Bandapparate, welche den Kieferapparat mit dem Cranium verknüpfen, *l. j* MECKELscher Knorpel, *No 2* Foramen opticum, *No 5* Trigeminus- und Fascialisforamen, *olf. cp* Riechkapsel, *or* Orbita, *r* Rostralknorpel, *up. j* Palatoquadratum.

Nach der Art, wie die Visceralbögen beim Kauen verwendet werden, kann man Gaumenkauer und Kieferkauer unterscheiden. Gaumenkauer sind die Knorpelfische, weil hier die Zähne des Palatoquadratum, der Gaumenanlage und des Mandibulare, also die Zähne des oberen und unteren Abschnittes des Kieferbogens gegeneinander wirken. Beide Palatoquadrata treffen in einer Symphyse zusammen. Kieferkauer sind alle Fische mit verknöchertem Skelett, weil mit der Verknöcherung die Elemente der Maxillarreihe (Praemaxillare und Oberkiefer) auftreten und die Knochen des Palatoquadratum, die Gaumenreihe (Pterygoidea und Palatina) zurückdrängen. Dabei werden die Maxillaria und Praemaxillaria die Antagonisten des Unterkiefers (Mandibulare), während die Knochen der Gaumenreihe dem unteren Abschnitt des Zungenbeines entgegenwirken. Bei Gaumenkauern treffen linke und rechte Palatoquadrata am vorderen Ende in einer Symphyse zusammen, während sie bei Kieferkauern durch die Schädelbasis getrennt sind.

Kieferapparat der Amphibien.

Bei den meisten Amphibien (vgl. Fig. 2, 3, 4) ist das Oberkiefergerüst unbeweglich und wird bei den Säugetieren fest mit dem Schädel verbunden. Kieferstiel und Palatoquadratum bilden zusammen mit dem knorpeligen Gesichtsschädel jederseits einen weit abstehenden Infraorbitalbogen. Der Trageapparat des Unterkiefers, der

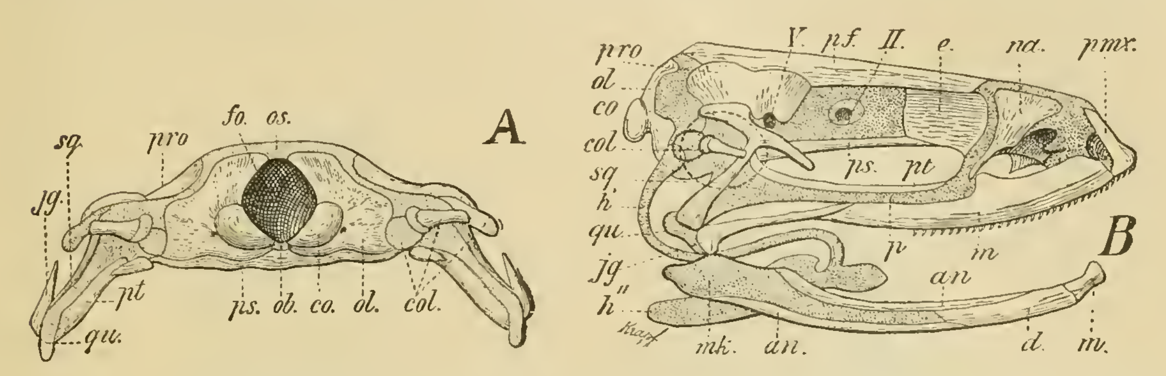


Fig. 2. **Froschschädel.** A von hinten, B von der Seite. Nach HERTWIG-PARKER. Chondrocranium: *p* Palativspange, *qu* Quadratknorpel, *ob os* Knorpel aus dem sonst Basioccipitale und Supraoccipitale hervorgehen. Primäre Knochen: *ol* Exoccipitale mit Condylus occipitalis (*co*), *pro* Prooticum, *e* Sphenethmoid. Belegknochen: *pmx* Praemaxillare, *m* Maxillare, *jg* Jugale, *pt* Pterygoid, *pf* Parietofrontale, *na* Nasale, *ps* Parasphenoid, *sq* Squamosum. Unterkiefer: *mk* MECKELscher Knorpel mit seinem verknöcherten vorderen Ende *m*, *d* Dentale, *an* Angulare. Zungenbeinbogen: *col* Columella, *h'*, *h''* Hyoid und Copula, *fo* Foramen magnum. Der Knorpel ist durch Punktierung deutlich gemacht.

Kieferstiel, hat seine Trennung in die typischen Knochenstücke Quadratum und Quadratojugale analog den Vögeln keineswegs aufgegeben, sondern nur ihre bewegliche Verbindung mit dem Oberkiefergerüst und mit dem Schädel eingebüßt. Das Quadratum artikuliert mit dem dasselbe tragenden Squamosum, das aber richtiger vielleicht als Tympanicum bezeichnet wird. Nach GAUPP verwächst das Quadratum sekundär mit dem Schädel und wird von außen her von einem Belegknochen, dem Paraquadratum, gedeckt. Ein Squamosum ist bei den heutigen Amphibien nicht vorhanden. An das Pterygoideum schließt sich nach vorn das quer zum paarigen Vomer hinziehende Palatinum an. Der äußere Kieferbogen, welcher durch die Intermaxillar- und Maxillarknochen gebildet wird, kann mittels des Quadratojugale bis zum Quadratum reichen, bleibt aber bei manchen Kiemenlurchen unvollständig, indem der Oberkiefer fehlt. Das Verhältnis des Anteils an der Bildung des Oberkiefergerüstes ist gegenüber den Vögeln insoweit verändert, daß die Zwischenkieferknochen nicht mehr so sehr an Bedeutung gewinnen, wie dort. Nur bei einigen nackten Amphibien, wie bei den Armmolchen, sind die Oberkieferknochen verkümmert, und bei den Olmen (Proteus) fehlen sie gänzlich.

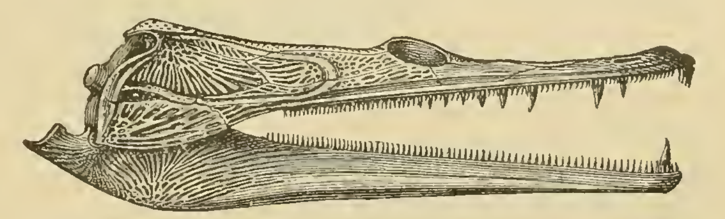


Fig. 3. **Schädel von *Trematosaurus*** (Stegocephala). Seitenansicht. Nach BOAS.

Kieferapparat der Reptilien.

Hier ist das Squamosum dem Schädel direkt aufgelagert und das Quadratum als starker Knochen ausgebildet. Das Quadratum stellt einzig und allein den Suspensorialapparat des Unterkiefers dar und liegt dem Schädel nur lose an. Bei den Schlangen und den meisten Lacertiliern ist es nur indirekt bezw. mittels des Squamosum mit dem Schädel verbunden. Dabei springt es weit nach hinten aus, wo-

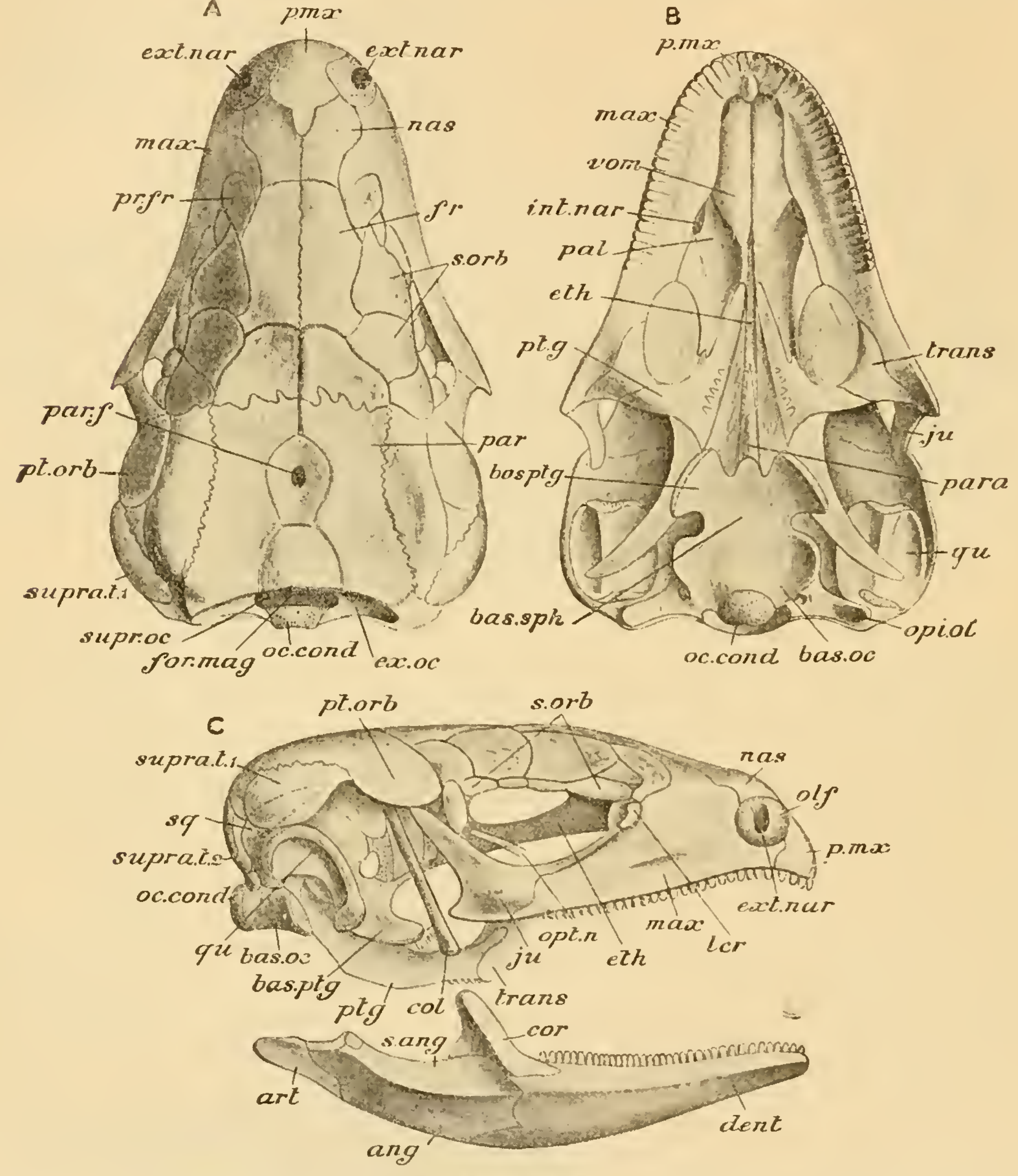


Fig. 4. **Kopfskelett von *Lacerta agilis*.** A dorsale, B ventrale, C seitliche Ansicht. *ang* Angulare, *art* Articulare, *bas. oc* Basioccipitale, *bas. sph* Basisphenoid, *cor* Coronoid, *dent* Dentale, *eth* Ethmoid, *for. mag* Foramen magnum, *fr* Frontale, *ju* Jugale, *lcr* Lacrimale, *max* Maxillare, *nas* Nasale, *oc. cond* Condyli occipitales, *pal* Palatinum, *par* Parietale, *para* Parasphenoid, *p. mx* Praemaxillare, *ptg* Pterygoid, *qu* Quadratum, *s. ang* Supraangulare, *s. orb* Supraorbitalia, *supra. oc* Supraoccipitale, *trans* Os transversum, *vom* Vomer. Nach Parker.

durch die Mundspalte sehr weit wird, da auch das Gelenkende des Unterkiefers sich weit nach hinten erstreckt und die beiden Unterkieferspangen mit ihren Vorderenden durch ein elastisches Band mit-

einander verknüpft sind. Das Quadratum kann aber auch wie bei den Cheloniern, Krokodiliern u. a. fest mit dem Schädel verbunden sein.

Bei den **Krokodiliern** verlängern sich die mit dem Schädel fest verwachsenen Kiefer zur Bildung einer gestreckten Schnauze, an deren Spitze sich die paarigen Praemaxillaria einkeilen, während die Oberkieferknochen von bedeutender Ausbildung die Seiten der Schnauze bilden.

Bei den **Sauriern,** deren Oberkiefergaumenapparat und Quadratum am Schädel mittels Gelenkeinrichtungen verschiebbar sind, reduziert sich der Jochbogen, dagegen tritt das Os transversum und meist auch eine stabförmige Columella zwischen Flügel- und Scheitelbein hinzu. Das Os transversum dient zur festen Verbindung der Flügelbeine mit dem Oberkiefer. An der Schädeldecke bleibt die Verbindung zwischen Scheitelbein und Hinterhaupt durch Bandmasse weich und verschiebbar. Am Schläfenbogen lenkt sich das Quadratum beweglich ein und trägt den Unterkiefer, dessen Schenkel am Kinnwinkel in fester Verbindung stehen.

Bei den **Cheloniern** sind sämtliche Teile des Oberkiefergaumenapparates, ebenso wie das Quadratum mit den Schädelknochen fest verbunden und untereinander durch zackige Nähte abgegrenzt. Ein Os transversum fehlt. Der knöcherne Gaumen wird von den beiden Gaumenbeinen gebildet, die mit dem unpaaren Vomer verbunden sind. Die beiden Hälften des Unterkiefers sind vorn nicht verwachsen und werden durch Nähte oder Symphyse miteinander unbeweglich verbunden.

Am Schädel der **Schlangen** ist eine Ueberbrückung der Temporalgegend nicht vorhanden. Kiefer und Palatina sind durch ein Os transversum verbunden und besitzen, wie schon oben erwähnt wurde, eine bedeutende Verschiebbarkeit und die Fähigkeit, den Rachen beliebig zu erweitern. Während die Furchenzähne, welche in größerer Zahl bei den Schlangen vorhanden sind (vgl. im speziellen Teil Ophidii), unbeweglich im Kiefer befestigt sind, richten sich die röhrenartigen Giftzähne samt dem Kiefer, dem sie aufsitzen, beim Oeffnen des Rachens auf und werden im Moment des Bisses in das Fleisch der Beute eingeschlagen. Gleichzeitig fließt das Sekret der Giftdrüse, durch den Druck der Temporalmuskeln ausgepreßt, in die Wunde ein und verursacht, mit dem Blute in Berührung gebracht, den raschen Tod des Opfers.

Es sei noch erwähnt, daß bei den Reptilien analog den Amphibien der Unterkiefer aus einem Knorpel besteht, der, wie bei den Vögeln, von mehreren Knochenstücken umgeben wird, die teils aus Verknöcherungen des Knorpels selbst oder aus solchen seiner bindegewebigen Umgebung hervorgegangen sind. Es sind aber nicht immer alle die kleinen Knochen vorhanden, denn die Giftschlangen haben 3—4 im höchsten Falle, während die übrigen Ophidier meist 5 besitzen; bei den Sauriern und Krokodiliern steigert sich ihre Zahl sogar auf 6 beiderseits, also 12 im ganzen. Wenn alle den Unterkiefer zusammensetzenden Stücke vorhanden sind, wie bei den Krokodiliern, Schildkröten und Sauriern, so sind diese die folgenden 12 Knochen. Das Os dentale, das Zahnstück, bildet den vordersten Teil des Unterkiefers und trägt die Zähne (außer bei den Cheloniern); das Os articulare, das Gelenkstück, trägt in der Regel allein das Gelenk für das Quadratum; das Os angulare, das Kieferwinkelstück; das Os supraangulare, das äußere Deckstück, liegt über dem

Angulare, indem es den hinteren Teil der Außenseite des Unterkiefers vervollständigt, und beteiligt sich öfters an der Bildung des Kiefergelenkes; das Os operculare, das innere Deckstück, hilft zur Bildung der inneren Wand des Unterkiefers und grenzt an das Dentale; das Os coronoideum s. complementare nimmt die höchste Stelle in der Mitte des Unterkiefers ein und entspricht dem Kronenfortsatz desselben. Dieses Stück ist am meisten entwickelt bei den Sauriern und Cheloniern, während es bei den Krokodiliern sehr verkümmert ist.

Der Kieferapparat der Vögel.

Der Schädel der Vögel (vgl. Fig. 77—79) steht in den nächsten verwandtschaftlichen Beziehungen zu dem der Reptilien, besonders zu den Lacertiliern. Während aber hier, wie auch bei den Säugetieren, der Oberkieferteil starr und unbeweglich oder wenigstens biegsam mit dem Gesichtsschädel verbunden ist, ist das Quadratum sowie der ganze Kieferapparat mit dem Cranium bei den Vögeln beweglich verbunden. Der Kieferteil des Unterkiefers und der Oberkiefergaumenapparat verschieben sich mittels besonderer Gelenkeinrichtungen am Temporale und an entsprechenden Fortsätzen des Basisphenoids. Bewegt sich beim Oeffnen des Schnabels der Unterschnabel abwärts, so wird der auf das Quadratum ausgeübte Druck zuerst auf die Joch- und Flügelbeine übertragen und dann mittels der Gaumenbeine auf den Oberschnabel fortgeleitet, so daß sich der letztere mehr oder weniger aufwärts richten muß. Das Quadratum artikuliert sowohl mit dem Unterkiefer als mit dem Squamosum. Den größten Teil des Oberschnabels bildet der unpaare Zwischenkiefer, mit dessen seitlichen Schenkeln die Oberkieferknochen verwachsen. Das Praemaxillare hat bei den Vögeln eine größere Bedeutung, als der eigentliche Oberkiefer, während bei den Säugetieren dieses Verhältnis umgekehrt ist; der Oberkiefer ist bei den Vögeln meist verkümmert. Von einem Palatum durum im Sinne der Krokodilier kann bei den Vögeln keine Rede sein, da die Palatinbögen mehr oder weniger weit in der Medianlinie voneinander getrennt bleiben. Der Unterkiefer ist analog den Reptilien aus den gleichen Knochenstücken zusammengesetzt und besteht aus 11 Stück: 5 paarigen und 1 unpaaren Knochen. Das unpaare Stück, das Os dentale, bildet den vorderen Teil des Unterkiefers, während die 5 paarigen rückwärts liegen. Das hinterste derselben, das Os articulare, bildet das Gelenk für das Quadratum, während alle übrigen Ergänzungs- und Ausfüllungsstücke sind.

Der Kieferapparat der Säugetiere.

Charakteristisch für diese oberste Klasse der Vertebraten ist die feste Verschmelzung des Schädels mit dem Oberkiefer-Gaumenapparat und die Beziehung des Kieferstieles zur Paukenhöhle. Demzufolge lenkt sich die Mandibula direkt am Schläfenbein ein, ohne Vermittelung eines Quadratum, dessen morphologisch gleichwertiges Knochenstück schon im Laufe der Embryonalentwicklung an die Außenfläche der Ohrkapsel in die spätere Paukenhöhle gerückt und zum Amboß umgebildet ist, während das obere Stück des Meckelschen Knorpels — das Os articulare des Unterkiefers — zum Hammer wurde. Da-

gegen soll sich der Steigbügel aus dem oberen Stück des Hyomandibulare entwickelt haben. Kiefer-, Flügel- und Gaumenbeine zeigen ähnliche Verhältnisse wie bei den Cheloniern und Krokodiliern, doch fehlt stets ein Quadratojugale, indem sich das Jugale an das Squamosum anlegt. Ueberall ist die Bildung einer die Mund- und Nasenhöhle trennenden Gaumendecke vorhanden, an deren hinterem Teil die Choanen münden.

Die Stärke und Gestalt der Mandibula, die Form der Zähne und des Kiefergelenkes und die Art und Weise der Kaubewegungen sind der naturgemäßen Nahrung des Individuums durchaus angepaßt. Die Karnivoren zeichnen sich durch Schmelzhöcker auf den Backzähnen aus, eine starke Mandibula mit stark gewölbtem Condylus und einer dem entsprechenden tiefen Gelenkgrube; die dreispitzigen vorderen Backzähne (Prämolaren) haben seitliche vertikale Reibflächen, welche bei den Kaubewegungen scherenartig ineinander greifen, während die Molaren horizontale höckerig-spitze Reibflächen zeigen, welche derartig angeordnet sind, daß die des Oberkiefers über die unteren greifen. Im Gegensatz zu dieser Art des Kauapparates besitzen die Herbivoren einen verhältnismäßig langen, schwachen Unterkiefer, mit flachem Condylus und ebenso geformter Gelenkgrube. Die Reibeflächen der säulenartigen, schmelzfaltigen, enormen Backzähne sind breit, horizontal, etwas schräg gestellt und zeigen leistenartige Erhöhungen und Vertiefungen. Die Reibflächen der Backzähne des Unterkiefers sind nicht direkt unter denen des Oberkiefers, denn die mandibulare Zahnreihe ist enger angeordnet als die maxillare und konvergiert oralwärts, und zwar so, daß die seitlichen Kaubewegungen dadurch bedingt werden.

Das omnivore Gebiß, wie beim Menschen, ist durch die Art der Aufnahme und Zerkleinerung der Nahrung und durch das charakteristische Kiefergelenk am meisten entwickelt und gestattet verschiedene Bewegungen. Hierüber wird in einem späteren Kapitel besonders die Rede sein.

Anatomie des Kauapparates.

Die Teile des Schädels, welche den Kauapparat bilden, sind vor allem die beiden Kiefer nebst den Zähnen; als Unterstützung der Funktion des Kauens dient das Kiefergelenk und die Kaumuskeln, während die anderen Weichteile des Mundes die Lippen, der Gaumen, die Zunge das Hineinschieben des Bissens mittels der Zungen-, Wangen- und Lippenmuskeln besorgen. Der Schlingakt vollzieht sich mit Hilfe der Rachenmuskeln und des motorischen und sensiblen Nervenapparates.

Der Oberkiefer.

Beide Oberkieferbeine stellen beim Menschen die knöcherne Grundlage der oberen Gesichtspartie dar; die Oberkiefer verhalten sich zum Gesicht wie Keilbein und Hinterhauptsbein zusammen zum Schädel, sie bilden die richtige Basis des ganzen Oberkiefergerüstes, mit dessen Knochen sie überall zusammenhängen. Jochbein und Nasenbein dienen dem Oberkiefer gleichsam als Stütze, während Gaumenbein, untere Nasenmuschel und Tränenbein zur Vergrößerung gewisser Flächen des Oberkiefers bestimmt sind.

Man unterscheidet am Oberkiefer den Körper, vier Flächen und vier Fortsätze (Fig. 5).

Der Körper, *Corpus maxillae* ist unregelmäßig viereckig und schließt im Innern die Oberkieferhöhle ein. Die dünnen Wände dieser Höhle unterscheidet man von außen als drei Flächen: eine vordere Gesichtsfläche mit der hinteren Schläfenfläche, eine obere Augenhöhlenfläche und eine innere Nasenfläche.

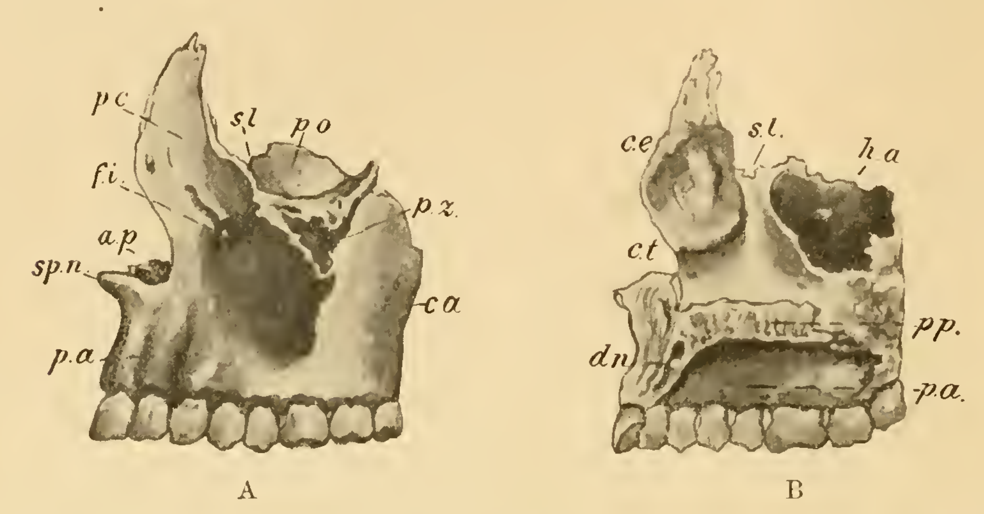


Fig. 5. A **Linke Oberkieferhälfte des Menschen.** Aeußere Ansicht. B **Rechte Oberkieferhälfte.** Innere Ansicht. **a.p** *Apertura piriformis,* **c.a** *Canaliculi alveolares post.,* **c.e** *Crista ethmoidalis,* **c.t** *Crista turbinata,* **d.n** *Ductus nasopalat.,* **f.i** *Foramen incisivum,* **h.a** *Hiatus antri,* **p.a** *Proc. alveolaris,* **p.f** *Proc. frontalis,* **p.p** *Proc. palatinus,* **p.z** *Proc. zygomaticus,* **p.o** *Planum orbitale,* **s.l** *Sulcus lacrimalis,* **s.n** *Superficies nasalis,* **sp.n** *Spina nasalis ant.*

Die eigentliche Gesichtsfläche, *Superficies facialis* s. *Planum faciale,* bildet die vorderen Wände des Oberkiefers und wird durch den *Proc. zygomaticus* in eine vordere, etwas eingesunkene Gesichtsfläche und eine hintere mehr konvexe Schläfenfläche geschieden. Erstere zeigt nach oben den *Margo infraorbitalis* mit dem darunter liegenden *Foramen infraorbitale* und weiter abwärts die *Fossa canina.* Vom Proc. zygomaticus zieht zur Alveole des 1. Molaren die *Crista zygomatico-alveolaris* herab, welche namentlich im Oberkiefer der Karnivoren und Anthropomorphen besonders stark entwickelt ist. Die Temporalfläche bildet das *Tuber maxillare,* über welchem mehrere kleine *Foramina alveolaria posteriora* sichtbar sind. die den Eingang zu den *Canales alveolares dentales* darstellen, welch letztere sich zu den hinteren Alveolen begeben.

Das dreieckig gestaltete Planum orbitale bildet den Boden der Augenhöhle; an ihrem hinteren Rande beginnt der *Canalis infraorbitalis* mit tiefer Furche, der in der vorderen Fläche in das *Foramen infraorbitale* ausmündet, nachdem vorher noch einige kleine *Canales alveolares* durch die Gesichtswand des Oberkiefers nach den Alveolen abgegangen sind. Die Kanäle dienen für die gleichnamigen Gefäße und Nerven.

Das leicht konkave, nach der Nasenhöhle gerichtete Planum nasale zeigt im Hintergrunde die *Apertura sinus maxillaris,* von welcher der *Sulcus lacrimalis* aufwärts steigt und sich zum *Canalis lacrimalis* vervollständigt.

Die vier nach oben, außen, unten und innen aus dem Körper des Oberkiefers herauswachsenden Fortsätze sind der Nasen-, Joch-, Alveolar- und Gaumenfortsatz. Während die beiden ersten als Stütze des Oberkiefergerüstes gelten, ragen die beiden anderen Fortsätze in die Mundhöhle hinein; der Alveolarfortsatz trägt die Zähne und der Gaumenfortsatz bildet den Boden der Nasenhöhle und gleichzeitig die Decke der Mundhöhle.

Der Proc. nasalis s. frontalis trägt mit seinem vorderen Rand zur Bildung der *Apertura piriformis narium* bei und erhebt sich zwischen Nasen- und Augenhöhle zur Nahtverbindung mit dem Stirnbein.

Der kurze, dreieckige Proc. zygomaticus ist in Verbindung mit dem Jochbein in gewisser Beziehung eine Decke für die Oberkieferhöhle und zeigt öfters eine Oeffnung, welche in letztere hineinführt.

Der Proc. alveolaris stellt einen elliptisch gekrümmten Bogen dar, mit einer nach außen konvexen schwächeren und inneren stärkeren Lamelle, die durch *Septa* verbunden sind. Diese bilden die 8 Alveolen, deren Umrisse nach außen als Juga alveolaria kenntlich sind. Zwischen je zwei solcher Erhabenheiten ist der äußere Kieferrand eingezogen und vertieft. Im Oberkiefer wölben sich in der Regel die vorderen Alveolarwände der Prämolaren oder auch der 2. und 3. Molaren vor. Ebenso ist entsprechend den einwurzeligen Zähnen die linguale Platte stärker als die labiale. Im Bezirk der oberen Frontzähne und der 1. Prämolaren ist die spongiöse Substanz des Knochens stärker vorhanden als bei den hinteren Backzähnen. Beim Verlust der Zähne und im höheren Alter ist der Proc. alveolaris resorbiert. Der freie Rand der beiden Lamellen heißt *Limbus alveolaris*. Jede Alveole hat die Form der entsprechenden Wurzel. So sind die Alveolen der Frontzähne trichterförmig gestaltet und die Zahnfächer der mehrwurzeligen Zähne haben eine entsprechende Anzahl von Nebenräumen. Die Alveole selbst besteht aus einer äußerst dünnen knöchernen Schale, die in spongiöser Knochenmasse eingebettet liegt und mit der Kortikalsubstanz des Kiefers, namentlich am freien Rande desselben, verbunden ist. Bei stark hervorspringenden Wurzeln fehlt oft ein Teil der Alveole, so daß erstere bei mazerierten Schädeln frei liegen. Der Boden der Alveole enthält viele feine Oeffnungen zum Durchtritt von Gefäßen und Nerven und zur Verbindung derselben mit denen des Knochenmarkes.

Der Proc. palatinus ist der von der Innenfläche des Körpers horizontal nach innen gerichtete viereckige vordere Teil des harten Gaumens und hat eine obere glatte und eine untere rauhe Fläche. Er erstreckt sich vom Alveolarfortsatz gegen die Medianlinie; die beiderseitigen Gaumenlamellen vereinigen sich in der *Sutura palatina* und bilden mit der unteren Fläche den vorderen Teil des *Palatum durum*, mit der oberen Fläche den vorderen Teil des Nasenhöhlenbodens. In der Mitte der der Nasenhöhle zugewendeten Fläche erhebt sich die *Crista nasalis*, die nach vorn als *Crista incisiva* in der *Spina nasalis anterior* endigt. Am harten Gaumen hinter den Schneidezähnen befindet sich das *Foramen incisivum*, von dem der Doppelkanal *Canalis nasopalatinus* nach dem Boden der Nasenhöhle führt. Dieser Kanal dient dem gleichnamigen Nerven und der Vena palatina anterior zum Durchgang.

Das Palatum durum s. osseum wird jederseits aus drei Knochen gebildet, und zwar vorn und seitlich vom Foramen incisivum der

Gaumenteil des Zwischenkiefers, hinten die Lamina horizontalis des Gaumenbeines und zwischen beiden als Hauptknochen des Gaumens, die Processus palatini des Oberkieferbeines. In seltenen Fällen, wie bei Edentaten und Cetaceen, beteiligen sich am Aufbau des harten Gaumens auch noch die Pterygoide. Bei Echidna, Dasypus, Myrmecophaga und gewissen Cetaceen kann der harte Gaumen eine außerordentliche Länge erreichen, wie schon erwähnt wurde. Die Mitte des Gaumengewölbes besitzt sehr oft eine birnförmige Erhabenheit, die *Papilla palatina s. Torus palatinus*, welcher sich in manchen Familien vererben soll.

Der Oberkiefer ist ein pneumatischer Knochen und schließt die Oberkieferhöhle, das *Antrum Highmori s. Sinus maxillaris* ein; dieselbe ist gleichsam eine Nebenhöhle der Nase; sie hat die Gestalt einer dreiseitigen Pyramide, deren Basis als Nasenfläche des Oberkiefers und deren Spitze im Ansatz des Jochfortsatzes gedacht werden kann, und wird durch vier dünne Wände begrenzt: ein oberes *Planum orbitale*, ein vorderes *Planum faciale*, ein inneres *Planum nasale* und ein hinteres *Planum temporale.* Der Boden der Höhle ist meist uneben und zeigt Hervorragungen, die den Wurzelspitzen der Zähne entsprechen; oft ragen die Wurzeln fast frei in das Antrum hinein, und nur mit einer dünnen Lamelle bekleidet. Alle Wände sind mit Schleimhaut ausgekleidet, die mit dem Periost fest verwachsen ist. Die Schleimhaut ist zart und baut sich aus einem lockeren Bindegewebsstroma auf, welches gefäßreich ist, Drüsen und adenoides Gewebe besitzt und an der Oberfläche eine einfache Schicht Zylinderepithel hat.

Der Unterkiefer.

Dieser stärkste aller Schädelknochen, wegen seiner Beweglichkeit beim Kauen auch *Mandibula* genannt. besteht aus einem hufeisenförmigen Körper, als dem zahntragenden Mittelstück, und den beiden Aesten, die vom Ende des Körpers schräg hinaufsteigen (Fig. 6).

Das Corpus mandibulae hat zwei Ränder, einen unteren dicken stumpfen, *Basis mandibulae*, und einen oberen gefächerten, *Limbus alveolaris.* Der untere Rand zeigt jederseits in der Gegend des Eckzahns ein *Tuberculum mentale.* Von den zwei Hälften des Körpers besitzt die äußere in der Mitte die *Protuberantia mentalis s. Spina mentalis externa*, zu deren beiden Seiten sich die *Fossa mentalis* befindet und hinterwärts gegenüber den Alveolen der Prämolaren das *Foramen mentale s. maxillare anterius*, von welchen schräg nach hinten die *Linea obliqua externa* aufsteigt. Nach neueren Untersuchungen von Bünte und Moral ändert das For. mentale im Laufe seiner Entwicklung seine Lage am Unterkiefer und wandert distalwärts. Beim menschlichen Kiefer schließt sich an dieses Foramen eine kurze seichte Rinne an, während bei den meisten Tieren das For. mentale nach vorn geöffnet ist; beim rezenten Menschen liegt die Oeffnung distalwärts. Das Gesamtresultat dieser Untersuchungen läßt sich in folgende sechs Punkte zusammenfassen: 1. Das For. mentale ist bei den Tieren nach vorn, beim Menschen nach hinten und oben geöffnet. Einen Uebergang dieser Lage stellen der Schimpanse und der Homo Heidelbergensis dar. 2. Die Oeffnungsrichtung des Foramen wandert auf der rechten Kieferhälfte in entgegengesetzter Drehung des Uhrzeigers, auf der linken Seite mit ihm.

3. Der Grund für diese Drehung liegt in dem Vorrücken des Corpus mandibulare und in der gleichzeitigen Reduktion des Proc. alveolaris. 4. Das For. mentale liegt an der Uebergangsstelle der zwei Kieferabschnitte und zwar zwischen demjenigen, der den Druck des Abbeißens und dem, der den Druck des Kauens aufzunehmen hat. 5. Tiere, die Wasser- und Schlammbewohner sind, oder unter der Erde leben, besitzen mehrere Foramina. 6. Die Kinnbildung erfolgt offenbar durch das Vorrücken der Basis mandibulae unter gleichzeitiger Reduktion des Alveolarfortsatzes, was aus der starken Drehung des For. mentale ersichtlich ist. Die innere (hintere) Fläche ist etwas konkav und trägt in der Mitte die scharf ausgeprägte *Spina mentalis interna*. Ueber derselben liegt eine *Fossula supraspinata*, in welcher ein kleines *Foramen nutritium* sichtbar ist. Beiderseits der Spina interna ist die *Fossa digastrica*. Weiter rückwärts verläuft analog der äußeren Fläche des Körpers eine *Lamina obliqua interna* s. *mylohyoidea* und unterhalb des *Sulcus mylohyoideus* zur Aufnahme der gleichbenannten Gefäße und Nerven.

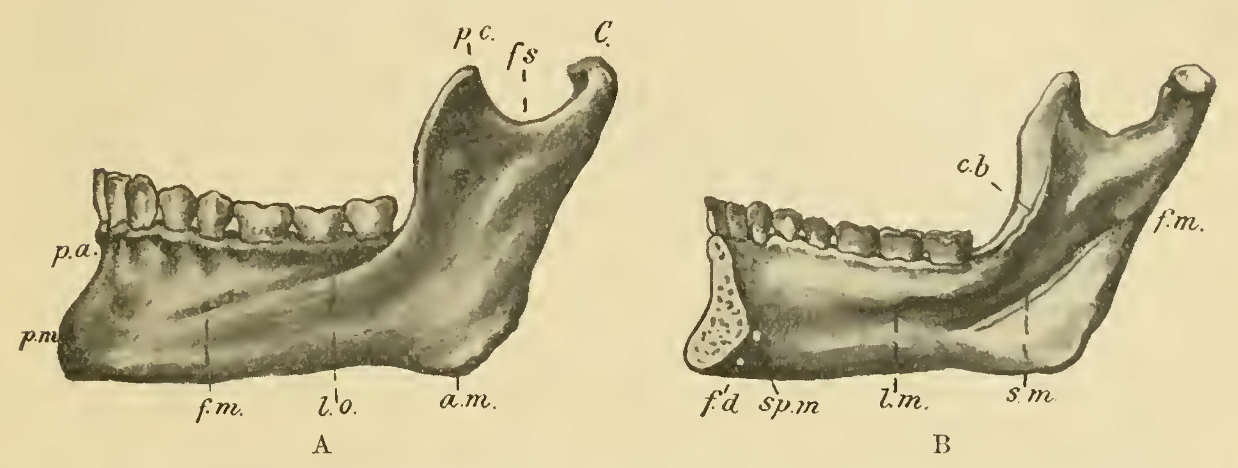


Fig. 6. A **Linke Unterkieferhälfte** des Menschen. Aeußere Ansicht. B **Rechte Unterkieferhälfte.** Innere Ansicht. **a.m** *Angulus mandibulae*, *C. Proc. condyloideus*, **c.b** *Crista buccinatoria*, **f.m** *For. mentale*, **f.s** *Fossa sigmoidea*, **f.d** *Fossa digastrica*, **f.m** *Foramen mandibulare* mit der *Lingula*, **l.m** *Linea mylohyoidea*, **l.o** *Linea obliqua*, **p.a** *Proc. alveolaris*, **p.c** *Proc. coronoideus*, **p.m** *Protuberantia mentalis*, **s.m** *Sulcus mylohyoideus*, **sp.n** *Spina mentalis int.*

Die Aeste, *Rami ascendentes mandibulae*, gehen stumpf- bis rechtwinklig vom *Angulus mandibulae* aus. Die äußere rauhe Fläche zeigt die *Crista buccinatoria* (Ursprung des Musculus buccinator); die innere Fläche besitzt in ihrer Mitte das *Foramen mandibulae s. inframaxillare internum*, wo der Unterkieferkanal anfängt; vor diesem Foramen befindet sich ein kleines Knochenblättchen, *Lingula*, und hinter demselben der *Sulcus mylohyoideus*, welcher in den *Canalis inframaxillaris s. alveolaris inferior* geht, dessen Ende das *Foramen maxillare internum* ist.

Das obere Ende jedes Astes läuft in zwei Fortsätze aus, einen vorderen dreieckigen, flachen, zugespitzten *Processus coronoideus* und einen hinteren *Processus condyloideus*, welcher an der vorderen Seite auf einem rundlichen *Collum* ein überknorpeltes querovales *Capitulum s. Condylus* trägt, das in die *Fossa glenoidalis* des Schläfenbeins paßt. Zwischen beiden Fortsätzen liegt die *Incisura semilunaris*.

Der Unterkieferwinkel vergrößert sich bei den Säugetieren zum sogenannten Winkelfortsatz, einer nach hinten und unten

vorspringenden Verlängerung, durch welche die Flächenausdehnung des Kieferastes vergrößert wird. Dieser Winkelfortsatz steht in naher Beziehung zur Form, Größe und Richtung der Masseteren und des M. ptergyoideus internus. Der Winkelfortsatz des Menschen ist nach TOLDT verhältnismäßig selten und an bestimmte Formen der Kieferatrophie geknüpft. ALBRECHT versucht den Winkelfortsatz des Menschen mit dem der Lemuren zu homologisieren und von diesem phylogenetisch abzuleiten.

Das Kiefergelenk.

Der Unterkiefer bildet mit dem Schädel jederseits ein Gelenk und besteht jedes derselben von Seite des Schädels aus der *Fossa mandibularis s. Cavitas glenoidalis*, Gelenkgrube, Pfanne, und dem *Tuberculum articulare*, Gelenkhöcker des Schläfenbeins; von Seite des Unterkiefers aus dem Gelenkköpfchen, *Condylus mandibularis s. Capitulum articulare.* Zwischen diesen Gelenkflächen liegt eine Bandscheibe, der *Meniscus interarticularis.* Es ist gleichsam ein Doppelgelenk, insofern stets das rechts- und linksseitige beim Kauen zusammenwirken müssen und keines für sich allein Bewegungen ausführen kann (Fig. 7).

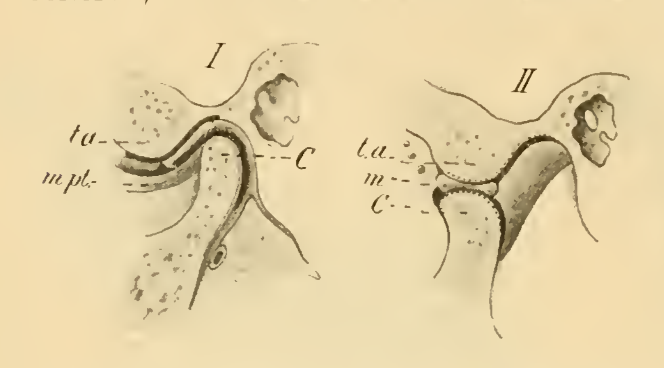


Fig. 7. **Sagittalschnitt des linksseitigen Kiefergelenkes des Menschen.** I Geschlossen, auf dem *Tub. art.* stehend. II Geöffnet. *C Condylus* mit dem Capitulum, *m Meniscus interarticularis, m. pt Musculus pteryg. ext., t. a Tuber articulare* des Schläfenbeines.

Der querlängliche Gelenkkopf ist gegen den Unterkiefer etwas verdreht, infolgedessen bilden die Achsen der beiden Gelenkköpfe einen nach vorn offenen Winkel. Das überknorpelte Tuberculum ist eine gewisse Schutzvorrichtung gegen die Luxation der Mandibula; der Meniscus ist bikonkav für das Tuberculum einerseits und das Capitulum andererseits und steht mit der Gelenkkapsel im Zusammenhang, so daß das Gelenk durch ihn in eine obere und eine untere Hälfte geteilt wird. Der Meniscus dient zur Herabsetzung der Reibung zwischen den Gelenkenden.

Zur Befestigung und Verstärkung des Kiefergelenkes dienen vier Bänder: Das Lig. laterale externum, ein kurzes mit der Kapsel verwebtes Band, welches sich an den Jochfortsatz und den Hals des Unterkiefers anheftet. Das Lig. laterale internum entspringt an der Spina angularis des Keilbeines und geht zur Lingula des Unterkiefers. Das Lig. pterygo-mandibulare geht vom Hamulus pterygoideus nach dem Proc. alveolaris, wo es in der Gegend der Molaren endigt. Das Lig. stylo-maxillare verläuft vom Proc. styloideus nach dem Unterkieferwinkel.

Das Kiefergelenk hat beim Menschen drei Bewegungen auszuführen: seitliche Bewegungen, Auf- und Abwärtsbewegung des Unterkiefers und Vor- und Rückwärtsbewegung desselben. Je mehr der Unterkiefer vom Oberkiefer entfernt wird, umso mehr begrenzt werden die Bewegungen von hinten nach vorn und nach der Seite. Das

Ligamentum laterale wird beim Oeffnen des Mundes gespannt und das Gelenkköpfchen muß auf das Tuberculum articulare rücken, während beim Schließen des Mundes das Capitulum in die Pfanne zurückgleitet; der Meniscus macht hierbei alle Bewegungen des Köpfchens mit. Bei den seitlichen Rewegungen des Gelenkes bleibt das Capitulum der einen Seite, nach der die Verschiebung erfolgt, in der Pfanne, während das Capitulum der anderen Seite auf das Tuberculum vorgleitet.

Berühren sich beim Schließen des Mundes infolge von fehlenden oder abgenutzten und deshalb niedriger gewordenen Zähnen die beiden Kiefer enger, als im normalen Zustande, so rücken Gelenkkopf und Gelenkgrube zusammen, wobei die erstere den äußeren Rand der Pfanne berührt.

Nach H. Meyer stellt sich der Mechanismus des Kiefergelenkes etwas anders. Die obere Fläche des Condylus ist nach der Angabe dieses Autors in zwei Teile geschieden, in einen nach außen und einen nach innen gedachten Teil. Diese beiden Teile sind aber nicht nur durch ihre Abdachung unterschieden, sondern auch durch ihre Richtung; nur die inneren Teile konvergieren nach hinten, während die äußeren Teile beider Capitula in dieselbe Querlinie fallen. Aehnliche Unterschiede zeigen sich in dem Tuberculum articulare des Schläfenbeins. Diese verschiedenen Teile beider Gelenkflächen gruppieren sich im mechanischen Sinne folgenderweise: der äußere Teil beider Condyli und der äußere Teil beider Tubercula bilden zusammen ein Gelenk, in welchem das symmetrische Vorrutschen des Unterkiefers zustande kommt, während die inneren Teile des Tuberculum articulare, der Cavitas gleinoidalis und des Condylus zusammen das Drehgelenk für das einseitige Vorrutschen des Unterkiefers bilden.

Die Kaumuskeln.

Die Kaumuskeln dienen dazu, die Bewegungen des Kiefergelenkes beim Kauen zu unterstützen, um die Zähne auf die Nahrungsmittel mit hinlänglicher Stärke einwirken zu lassen und gleichzeitig die seitlichen Bewegungen des Unterkiefers zu besorgen. Es gibt vier Muskelpaare, von welchen drei am Schädel und ein Paar am Gesichtsskelett entspringen. Diese Muskeln überziehen gleichsam die Aeste der Mandibula, an welchen sie sich befestigen und treten in direkte Beziehung zum Kiefergelenk. Die Kaumuskeln wirken eigentlich nur als Hebe- oder als Beißmuskeln, während die Senkung der Mandibula schon durch ihre Schwere allein erfolgt und vom Biventer nötigenfalls unterstützt wird. Da die Richtung der Nebenmuskeln zum Unterkiefer keine senkrechte, sondern eine schiefe ist, so kann auch die Vor- und Rückwärtsbewegung nur als eine Nebenwirkung des Masseters, des Temporalis und Pterygoideus internus gelten, während der Pterygoideus externus die Hauptwirkung darstellt.

Der **M. masseter** ist ein kurzer, dicker, länglich-viereckiger, mit fibrösen Streifen durchzogener Muskel, welcher mit zwei Portionen entspringt, einer vorderen kräftigen und einer hinteren schwächeren; er verläuft vom Jochbogen, die hintere Portion von der vorderen gedeckt, an der äußeren Fläche des Unterkieferastes zum Unterkieferwinkel. Der Masseter hebt den Unterkiefer und schiebt ihn durch

seine vordere Portion auch nach vorn, indem er ihn kräftig gegen den Oberkiefer heraufzieht.

Der **M. pterygoideus internus** zeigt dieselbe Form, wie der Masseter und auch denselben Verlauf. Er entspringt aus der Fossa pterygoidea interna und befestigt sich am Angulus mandibulae, indem er das Foramen mandibulare deckt. Zusammen mit dem Masseter bilden beide Flügelmuskeln einen Muskelkörper, zwischen welchen der Kieferast eingeschoben erscheint. Der Pterygoideus internus allein hebt den Kiefer und drückt ihn zugleich vorwärts; mit dem Externus zusammen bewirkt er durch abwechselnde Kontraktion die Mahlbewegung.

Der **M. temporalis** ist der größte, wenn auch nicht der stärkste unter den Kaumuskeln; er entspringt breit vom Planum temporale und zum Teil auch von der Fascia temporalis. Der Muskel mit seinen strahlig konvergierenden Fasern verläuft unterhalb des Jochbogens und inseriert an den Proc. coronoideus, den er mit seinem mächtigen Fächer umfaßt und bildet eine breite, metallisch schimmernde Sehne. Die Wirkung des Temporalis besteht im Heben des gesenkten Kiefers, analog dem Masseter; ebenso vermag er durch Kontraktion den vorgestreckten Unterkiefer wieder nach hinten zu ziehen.

Der **M. pterygoideus externus** füllt den tiefgelegenen Raum der Schläfengrube aus und entspringt mit mehreren Köpfen von der äußeren Platte des Proc. pterygoideus, von der Tuberositas und der Temporalfläche der großen Keilbeinflügel. Mit der Hauptmasse seiner Fasern inseriert er dann in der Grube, die am Collum des Gelenkfortsatzes liegt; andere Fasern verlaufen an der Innenwand des Zwischenknorpels des Kiefergelenkes, wo sie bei den Gelenkbewegungen eine Faltung und Einklemmung der Gelenkkapsel und des Meniscus verhindern.

Die Kaumuskeln erhalten ihre motorischen Nerven aus der Portio crotaphitico-buccinatoria des dritten Trigeminusastes; ebenso die anderen beim Kaumechanismus mehr oder weniger beteiligten Hilfsmuskeln; der N. facialis versorgt die bei der Oeffnung und Schließung des Mundes tätigen Gesichtsmuskeln. Das Zentrum für die Kaubewegungen liegt in der Medulla oblongata. Bei geschlossenem Mund wird die dauernde Stellung der Kiefer gegeneinander durch den Luftdruck bewirkt, da die Mundhöhle völlig luftleer gemacht worden ist, und vorn die Lippen, hinten das Gaumensegel den Lufteintritt verwehren. Das Schlucken beruht auf dem negativen Druck, welcher in der geschlossenen Mundhöhle vorhanden ist und der einer Quecksilberhöhe von 2—4 mm entspricht. Auf diesem negativen Druck beruht auch das Saugen. Beim Oeffnen der Lippen und Abziehen der Zunge vom Gaumen strömt die Flüssigkeit infolge des Druckunterschiedes in den Mund ein.

Die Kaubewegungen der Säugetiere.

Daß die Varietäten im Gebisse nur Folgen einer veränderten Gebrauchsweise derselben sind, hat sich besonders darin manifestiert, daß miteinander nahe verwandte Individuen infolge verschiedener Lebensweise ein verschiedenes Gebiß aufweisen. Nach SCHLOSSER beweist gleiche Zahnzahl sehr wenig für wirkliche Verwandtschaft, denn schon unter den platyrrhinen Affen gibt es Formen mit nur 32

Zähnen, während die Lemuriden sehr in der Zahl ihrer Zähne variieren. Die Art der Bewegung der Kiefer bestimmt auch meist die Form der Zahnkrone, d. h. es ist eine innige Wechselbeziehung zwischen der Konfiguration der Zähne, ihrer gegenseitigen Lage in den Kiefern und der Form des Kiefergelenkes vorhanden. Die Bewegung des Unterkiefers ist eine vertikale, transversale oder anteroposteriore und harmoniert mit der Form des Kiefergelenkes. Nach Ryder und Cope geht sie auch gepaart mit Unterschieden in der gegenseitigen Lage der Kiefer; sind diese gleich weit, so heißt das Gebiß isognath; ist die untere Zahnreihe enger als die obere und fällt innerhalb der letzteren, so ist das Gebiß anisognath. Isognath ist das sekodonte und das bunodonte Gebiß, anisognath das lophodonte und selenodonte Gebiß. Im Zusammenhang mit der Veränderung der Nahrungsaufnahme steht als auch die des Kiefergelenkes. Auf diesem Umstande basieren die Grundsätze, die Ryder aufstellt.

1. Die früheste und einfachste Art der Kieferbewegung war das einfache Oeffnen und Schließen des Mundes, ohne mandibulare Exkursion — nach Branco ist das die seitliche Bewegung — und zugleich vereint mit dem haplodonten oder bunodonten Zahn. 2. Die mandibulare Exkursion hat allmählich zugenommen und eine leise seitliche Verschiebung ist bemerkbar (wie bei Phacochoerus). 3. Mit der Zunahme der Unterkiefer-Exkursion komplizierte sich die Kaufläche der Zähne durch Leisten und Furchen; es entstehen richtige Kaubewegungen, wie beim Tapir, herbivoren Beutlern u. a. 4. Die Schmelzfalten etc. richten sich nach der Einwirkung der Kraft beim Kauen. 5. Die Kieferartikulation ist durch die Bewegung der Kiefer auch verändert worden. 6. Wo die Schneidezähne verkümmern, da übernimmt deren Funktion ein anderes Greiforgan, die Zunge oder die Lippe (Giraffe, Rind).

Ryder sieht also in dem mannigfachen Kauflächenmuster der Backzähne die Beeinflussung derselben durch die verschiedenen Formen des Kiefergelenkes.

Cope ergänzt die Ryderschen Grundsätze durch vier weitere: 1. Das Größenwachstum eines Zahnes oder eines Teiles desselben ist eine direkte Folge des Gebrauches. 2. Durch den Gebrauch wird die Stellung eines Zahnes in der Richtung vom kleinsten zum größten Widerstand gedreht. 3. Leisten auf der Kaufläche werden schneller abgeschliffen als Höcker. 4. Das Wachstum der Leisten und Höcker nach jeder möglichen Richtung und die Faltung der Schmelzdecke sind direkt eine Folge des Reizes, welchen das Kaugeschäft auf das Relief der Kaufläche ausübt. Also ist der Zahn entstanden durch ein Wechselspiel zwischen dem zerstörenden Einfluß der Tätigkeit und der ergänzenden Wirkung der Ernährung. Wenn energischer Gebrauch die Größen- und Formentwicklung des Zahnes steigert, so muß das Gegenteil, die geringe Benutzung, die Rückbildung und schließlich den Schwund desselben hervorrufen. Aber es ist viel schwerer, dafür stichhaltige mechanische Gründe anzugeben.

Daß die Wurzel des Zahnes ein sekundäres Gebilde ist, dürfte vergleichend-anatomisch nicht bestritten werden, wenn man von den Hautzähnen der Selachier ausgeht. Außerdem ist auch ontogenetisch die Reihenfolge dieselbe, indem die fertiggebildete Zahnkrone nachträglich die volle Wurzelform erhält, die sich am Ende ihrer Entwicklung durch das Foramen apicale schließt. Röse begründet das

sekundäre Auftreten der Wurzeln durch die Betrachtung einiger Reptilien, die durch einfache kegelförmige Zähne an verschiedene Säugetiere erinnern. Diese Zähne sind durch allmähliche Verschmelzung von einfachen Zahnanlagen mit komplizierten entstanden, doch gibt die Zahl der Wurzeln über die Zahl der miteinander verwachsenen Einzelzähne keinen Aufschluß, denn die Wurzelbildung ist sekundär. Adloff führt aus, daß die Wurzelbildung notwendig war, als die vermehrte Kautätigkeit eine stärkere Befestigung im Kiefer erheischte.

Die Funktion der Zähne ist bei den verschiedenen Tieren ebenso verschieden, wie die Art der Nahrung, ebenso spielt aber auch die Art der Kieferbewegung eine bedeutende Rolle dabei. Die Beiß- und Kaubewegungen bestehen, wie eben geschildert wurde, in abwechselndem Heben und Senken des Unterkiefers und seitlichem Verschieben desselben unter Beihilfe der Zungen- und Wangenmuskulatur. Die Form der Zähne und die Art der Kieferbewaffnung ist bei den einzelnen Tiergattungen der Art der Nahrung sowohl wie den betreffenden Lebensbedingungen angepaßt (Karnivoren, Frugivoren). Im allgemeinen ist die Mahlbewegung von der Beschaffenheit und dem Bau des Kiefergelenkes abhängig; je mehr letzteres als Kugelgelenk ausgebildet ist, desto größeren Spielraum hat die Mahlbewegung, wie z. B. bei den Tieren, deren Processus condyloideus mehr länglich als rund ist.

Das menschliche Gebiß ist eine Art Mittelform zwischen Karnivoren und Herbivoren, insofern die Nahrung abgebissen, zerrissen und gekaut werden muß. Bei Karnivoren fällt das Kauen ganz oder teilweise weg, während bei den Herbivoren der Kauakt die wichtigste Funktion bildet. Die Karnivoren zerreißen ihre Nahrung mit den Eckzähnen und Schneidezähnen und verschlucken dieselbe meist ohne weitere Kauarbeit. Dieser verschiedenen Art der Nahrungsaufnahme ist auch der Mechanismus der Kieferbewegungen angepaßt. Bei den Tieren, welche eine ausgedehnte Kaubewegung zu verrichten haben, erfolgen beim Kauakt außer der vertikalen Richtung auch noch seitliche Bewegungen des Unterkiefers von hinten nach vorn. Bei den Wiederkäuern wird der Unterkiefer kreuzförmig gegen den Oberkiefer hin und her geschoben. Diesen Kaubewegungen entsprechend ist auch das Kiefergelenk gestaltet.

Die Zerkleinerung der Speisen erfolgt nicht immer im Munde, sondern oft im Schlundkopf, wie namentlich bei den Fischen.

Da die Kaubewegungen je nach der Beschaffenheit der Nahrung variieren, so ist nicht nur der Mechanismus des Kiefergelenkes bei den einzelnen Tiergruppen verschieden, sondern auch die Kaumuskeln sind bei den verschiedenen Mammalien entsprechend stärker oder schwächer entwickelt als beim Menschen. Die Entwicklung des Masseter zum Temporalis steht bei den Säugetieren im umgekehrten Verhältnis: ist der eine kräftig, ist der andere schwach entwickelt und umgekehrt. Am stärksten ist der Masseter bei den Karnivoren entwickelt, deren Kiefer nur eine Auf- und Abwärtsbewegung der Mandibula und sehr geringe seitliche Bewegungen ausführen können. Bei diesen Tieren umschließt die quergestellte Gelenkpfanne den Gelenkkopf derart, daß der Unterkiefer sich wie eine Tür in ihren Angeln bewegt. Der Temporalis der Karnivoren ist ungemein kräftig entwickelt; bei den Tieren, welche den Unterkiefer seitlich bewegen können, ist statt der Pfanne der Gelenkhöcker vorhanden.

Die Ruminantien haben keine Pfanne, sondern einen leicht konvex geformten Gelenkhöcker, auf welchem der entsprechend gestaltete konkave Kondylus des Unterkiefers Drehbewegungen ausführt. Bei den Tieren, die alle drei Bewegungsformen des Kiefergelenkes ausführen können, ist neben einer Gelenkpfanne auch der Gelenkhöcker vorhanden. Der Kondylus des Unterkiefers ist immer größer als die Pfanne. Bei den Herbivoren sind beide Flügelmuskel, besonders die Externi, verhältnismäßig ziemlich groß und kräftig ausgebildet; die Gelenkhöhle ist flach, der Kondylus rundlich und die aufsteigenden Unterkieferäste lang. Bei den Rodentien dagegen, welche außer der Auf- und Abbewegung der Mandibula Schiebebewegungen nach vorn und rückwärts ausführen können, ist der Masseter kräftiger und mit einer stark ausgesprochenen allgemeinen Bewegungsrichtung nach rückwärts entwickelt. Die Gelenkfläche bei dieser Tiergruppe stellt eine sagittal gestellte Furche dar, welche von den breiten Wurzeln des Processus zygomaticus gebildet wird. Der gleichfalls sagittal gestellte Kondylus des Unterkiefers bewegt sich in dieser Furche wie ein Schlitten. Die Suiden besitzen einen Kondylus, der die Form eines gleichschenkeligen Dreieckes zeigt, mit der Basis nach außen, während rückwärts eine ebenso gestaltete, aber viel kleinere Gelenkpfanne vorhanden ist. Der konvexe Kondylus ist gleichgeformt, aber größer als die Pfanne. Die Schweine zeigen alle Bewegungen des Kiefergelenkes, bis auf die Seitenbewegung, die ziemlich gering ist. Bei den Feliden ist die Achse eine vollständig schräge. Die Zähne, die, wie bei allen Raubtieren, nur zum Zerreißen und nicht zum Zermalmen der Nahrung geeignet sind, würden durch die seitlichen Bewegungen nichts gewinnen, die zudem auch unmöglich sind, und zwar durch die Art und Weise, wie die langen queren Kondylen in der Gelenkgrube durch starke Vorsprünge nach vorn und hinten eingehakt sind. Merkwürdigerweise ist auch hier ein Zwischenknorpel vorhanden; da jedoch der Kondylus sich niemals nach vorn bewegt, so ist der Knorpel nicht an den äußeren Pterygoideus befestigt. Bei den Walen, die natürlich ihre Nahrung nicht kauen, ist kein Zwischenknorpel und keine Synovialmembran vorhanden. Die ganze Gelenkverbindung besteht in einer einfachen, ligamentösen Befestigung. Bei den größeren Affen zeigen sich ähnliche Verhältnisse wie beim Menschen; die Seitenbewegungen sind aber infolge der langen vorspringenden Eckzähne etwas eingeschränkt, weshalb auch das Tuberculum bedeutend niedriger ist; der Temporalis ist nur zur Zeit der zweiten Dentition ganz besonders kräftig entwickelt. Bei den Proboscidiern geschieht die Kaubewegung von hinten nach vorn; der Kondylus, in einer Rinne der Schläfenbasis gleitend, ist dementsprechend nicht quer-, sondern längsgestellt.

Man sieht, daß entsprechend der Beweglichkeit des Unterkiefers und der Form der Nahrungsaufnahme das Kiefergelenk sich entwickelt hat. Je geringer die Beweglichkeit, desto inniger ist der Kontakt der Gelenkflächen, während bei größerer Beweglichkeit das umgekehrte Verhältnis stattfindet. Die Form der Gelenkgrube steht ebenfalls in genauer Beziehung zur Bezahnung des Tieres, sowie zur Art und Ausdehnung der Kieferbewegungen. Auch beim Menschen verhält es sich ähnlich. Während die Gelenkgrube beim Kinde fast flach ist und die Kondylen nur schwach ausgesprochene Form zeigen, und

ihre Achse quer ist, ohne die Möglichkeit von bedeutenden rotatorischen Bewegungen, ist sie beim Erwachsenen ziemlich tief, die Achse des Condylus ist schräg und die rotatorischen Bewegungen beim Kauen sind vorherrschend.

Die Speicheldrüsen.

Der Mensch besitzt in der Mundhöhle nicht nur Schleimdrüsen, sondern auch drei größere Drüsen zur Absonderung des Speichels. Diese Speicheldrüsen werden ihrer Lage nach in Ohrspeicheldrüse, *Glandula parotis*; Unterkieferspeicheldrüse, *Gl. submaxillaris*; Unterzungendrüse, *Gl. sublingualis*, unterschieden. Hierzu kommt noch die unter der Zungenspitze liegende, wenig bekannte *Glandula Nuhnii* s. *Blandini* s. *incisiva*, eine kleine Drüsengruppe, zu beiden Seiten des Frenulum linguae hinter den Schneidezähnen in die Zungensubstanz eingelagert.

Die **Parotis**, die größte Speicheldrüse beim Menschen, liegt neben dem Ohr, vor und unterhalb desselben, grenzt nach oben an den knorpeligen Gehörgang und den hinteren Teil des Jochbogens, nach hinten stößt sie an den Sternocleidomastoideus. Die Drüse ist dreieckig und von gelapptem Aussehen; die einzelnen Läppchen stellen traubenförmig gruppierte Acini dar. Der Ausführungsgang der Parotis, der Ductus Stenonianus, verläuft quer über den Masseter, welchen er durchbohrt, und im Vestibulum oris oberhalb des 1. oder 2. Molaren mündet. Beim Kauen oder beim Sprechen wird diese Drüse durch den beweglichen Unterkiefer und die Muskulatur gegen die festen Knochenpartien gedrückt, im ruhigen Zustand ist die Speichelabsonderung dieser verhältnismäßig großen Drüse nur gering.

Die **Gl. submaxillaris** liegt in dem dreieckigen Raum zwischen dem Angulus mandibulae, beiden Bäuchen des M. digastricus maxillae inf. und M. stylohyoideus. Der Ausführungsgang der Submaxillardrüse ist der Ductus Whartonianus, der neben dem Frenulum linguae auf der Caruncula sublingualis in die Mundhöhle sich öffnet.

Die **Gl. sublingualis**, die kleinste der drei Drüsen, liegt unter der Schleimhaut, am Boden der Mundhöhle, neben dem vorderen Teil der Zunge, auf dem M. mylohyoideus. Die feinen Ausführungsgänge sind die Ductus Rivini, welche teils hinter der Caruncula, sublingualis in die Mundhöhle münden, teils sich zu einem größeren Ductus Bartholini vereinigen, der sich öfters in den Ductus Whartonianus öffnet.

Alle drei Speicheldrüsen sind zusammengesetzte und acinöse Drüsen. Aus ihrem Sekret und dem der Schleimdrüsen setzt sich die Mundflüssigkeit zusammen. Alle Drüsen sezernieren reflektorisch, schon bei der geringsten Aktion der Kaumuskeln, bei herunterhängendem Unterkiefer, fließt reichlich Speichel. Die Sekretion wird durch das Kauen vermehrt, so ist auch beispielsweise beim Pferde an der kauenden Seite die Speichelabsonderung stets stärker.

Alle diese Drüsen, mit Ausnahme der Parotis, sind den Mundhöhlendrüsen der niederen Vertebraten homolog. Die Speicheldrüsen sind fast in allen Tiergruppen vorhanden. Wie die Entwicklung der Kaumuskeln je nach der verschiedenen Nahrungsweise mehr oder

weniger ausgesprochen ist, so gilt dies auch für die Speicheldrüsen. Am stärksten ausgebildet sind die Speicheldrüsen bei denjenigen Wirbeltieren, die mehr trockene Nahrung genießen, wie die Herbivoren, während bei den Karnivoren die Entwicklung der Drüsen eine viel schwächere ist und gerade die Parotis kleiner als die Submaxillardrüse ist; die letztere ist besonders stark entwickelt beim Ameisenfresser, bei welchem ein besonderes Sekret erforderlich ist, um die Zunge schlüpfrig zu machen. Bei den Tieren, die im Wasser leben, wie den Fischen, Krokodilen, fehlen sie oft gänzlich; ähnlich verhält es sich auch zum Teil bei den Amphibien.

Bei den karnivoren Cetaceen fehlen sie ebenso, während die herbivoren Tiere dieser Gruppe (Manatus, Dugong) Speicheldrüsen besitzen (zwei große Parotiden).

Der Ausführungsgang der Parotis führt bei den Einhufern, Wiederkäuern und dem Schwein nicht über den Masseter wie beim Menschen, sondern von unten über den Unterkiefer zur Backe herauf, bei den Karnivoren dagegen über den Masseter zur Backe.

Bei der Hausmaus, der weißen Maus, der Spitzmaus und dem Maulwurf fehlt die Glandula sublingualis.

Die Speicheldrüsen sind überhaupt bei den Säugetieren am meisten ausgebildet, obschon sie hier nicht die relative Größe wie beim Menschen erreichen, was wohl daher kommt, daß die Bewegungen der Zunge wegen Fortfalles der Sprachfunktion viel einfacher sind, als beim Menschen, und aus diesem Grunde auch eine geringere Anfeuchtung der Mundhöhle genügend ist.

Die Mundhöhlendrüsen treten überhaupt erst bei terrestrischen Tieren, d. h. von den Amphibien an, auf. Sie sind hier dazu bestimmt, die mit der äußeren Luft in Berührung kommenden Schleimhäute durch ihr Sekret, den Speichel, anzufeuchten und so vor Vertrocknung zu schützen.

Durch einen besonders großen Drüsenreichtum zeichnen sich unter den Reptilien die Chamälodonten und die Ophidier aus. Die letzteren haben namentlich zwei große Speicheldrüsen, welche längs der beiden Kieferränder liegen: Oberkiefer- und Unterkieferdrüsen (Mundranddrüsen). Die Oberkieferdrüse fehlt den Giftschlangen, wo sie durch die mit dem Giftzahn in Verbindung stehende Giftdrüse, *Glandula venenata*, ersetzt wird (Fig. 35). Diese tubulöse Drüse liegt in einer festen fibrösen Scheide und wird durch kräftige Muskelwirkung in Tätigkeit versetzt, so daß das Sekret mit großer Kraft in den Giftkanal des röhrenförmigen Giftzahnes gepreßt wird. Bei den Giftschlangen, wie auch bei den giftigen Saurien (Heloderma horridum) differenzieren sich die Drüsen zu eigentlichen Apparaten.

Die Vögel besitzen gut entwickelte Zungendrüsen.

Der Speichel.

Das Sekret der Speicheldrüsen bildet eine wasserreiche, farblose, zähe, leicht schäumende Flüssigkeit von alkalischer Reaktion (beim gesunden Menschen) und besteht aus 99 Proz. Wasser und 1 Proz. fester Stoffe (Ptyalin, Mucin, Rhodankalium, Kasein, Chlornatrium). Außerdem sind im Speichel noch abgestoßene Mundepithelplättchen und Speichelkörperchen enthalten. Aus dem niedergeschlagenen Kalk

des Speichels besteht zum größten Teil der Zahnstein. Der Niederschlag enthält sowohl kohlensauren als auch phosphorsauren Kalk.

Neben der mechanischen Wirkung des Speichels, die für den Schlingakt notwendige Einspeichelung der Nahrung und, in Verbindung mit dem Mundschleim, die Schleimhaut der Mundhöhle und der Zunge für das Kauen anzufeuchten und schlüpfrig zu machen, hat der Speichel noch eine chemische Leistung zu erfüllen, indem er unlösliches Stärkemehl in Zucker und Dextrin verwandelt. Der wirksamste Bestandteil des Speichels ist das Ptyalin, ein diastatisches Ferment, welches durch seine Einwirkung Stärke in Traubenzucker überführt. Als Zwischenprodukt entsteht das in Wasser unlösliche Dextrin, das in den löslichen Traubenzucker übergeht und somit resorptionsfähig gemacht wird.

Durch den Druck auf die Speicheldrüsen gelangt der Speichel in die Mundhöhle. Die Parotis unterliegt diesem Druck beim Oeffnen des Mundes, indem der Raum zwischen Unterkieferast und Processus mastoideus sich dabei verkleinert; die beiden anderen Speicheldrüsen funktionieren teils durch die Wirkung des Mylohyoideus, teils durch den Widerstand des gekauten Bissens. Die Sekretion wird durch das Kauen vermehrt, vorhanden ist sie sonst überhaupt immer zur Feuchthaltung des Mundes durch die unwillkürlichen Schlingbewegungen und kann auch mechanisch oder reflektorisch erregt werden.

Wie oben erwähnt wurde, hat der Speichel neben der mechanischen auch eine chemische Leistung zu verrichten, es ist aber die Frage, ob beide Leistungen gleichwertig sind, oder ob nur eine von beiden das Vorhandensein der Drüsen bedingt. Wenn ersteres der Fall wäre, so müßten die Drüsen nicht nur bei den Wirbeltieren vorhanden sein, welche von Pflanzennahrung leben, sondern auch bei denjenigen, welche kauen oder große Bissen verschlingen, bei jenen, um Dextrin in Zucker überzuführen, bei diesen, um den Bissen anzufeuchten, und für den Schlingakt schlüpfrig zu machen. Nun gibt es aber viele herbivoren Vertebraten, wie die Fische, welche keine Speicheldrüsen besitzen und wieder solche, welche große Bissen verschlingen, wie das Krokodil, und trotzdem der Drüsen entbehren. Hiernach scheint also nur eine von beiden Leistungen die Anwesenheit der Drüsen zu bedingen, ob aber die chemische oder die mechanische Leistung, ist noch festzustellen.

Daß die chemische Wirkung des Speichels auf Dextrin das Vorhandensein von Speicheldrüsen nicht bedingt, zeigt die Tatsache, daß bei vielen Herbivoren die Drüsen fehlen, während sie auch bei Karnivoren vorkommen. Es scheint also wohl die mechanische Wirkung des Speichels das Vorhandensein der Drüsen zu bedingen.

Die Zunge.

Die Zunge stellt beim Menschen einen von der Mundschleimhaut überzogenen, sehr gefäßreichen, weichen, beweglichen, länglich-ovalen Fleischlappen dar, welcher mit dem Boden der Mundhöhle durch das Frenulum linguae und dem auf- und abwärts beweglichen Zungenbein durch die Wurzel verwachsen ist. Die Zunge hat eine obere und eine untere Fläche, zwei Seitenränder und drei Abschnitte: die Wurzel, die Spitze, den Körper. Die dem Gaumen zugekehrte Fläche ist der Rücken der Zunge. Im embryonalen Zustande ist

die Zunge median gespalten, beide Teile verwachsen später und zwischen ihnen bleibt das bindegewebige Septum linguae. Die Zunge besteht zum größten Teil aus Muskeln, die mit der Mundschleimhaut überzogen sind, und füllt bei geschlossenen Zahnreihen das Cavum oris vollständig aus.

Histologisch besteht die Zunge, wie die übrige Schleimhaut des Mundes, aus Muskelfasern und Drüsen. Charakteristisch für die Zungenschleimhaut sind die auf der Oberfläche befindlichen Geschmackswärzchen, während die Unterfläche glatt ist. Von den verschiedenen Arten Papillen am Zungenrücken unterscheidet man fadenfeine Papillae filiformis, pilzartige Papillae fungiformes und wallartige Papillae circumvallatae; die letzteren sind die größten.

Durch das Septum linguae wird die Zunge der Länge nach in zwei Hälften geteilt, in welchen paarige Muskelzüge verlaufen, die teils von der Spitze nach der Wurzel, teils von einer Seite zur anderen, teils von der unteren Fläche zur oberen gehen und durch vielfache Verstrickung die außerordentliche Beweglichkeit der Zunge bewirken.

Die Enden der Geschmacksnerven befinden sich an den Rändern der Zunge und namentlich an der Zungenwurzel, so daß diese Nerven erst mit dem Hinunterschlucken der Nahrung am meisten erregt werden. Die Spitze der Zunge ist auch der Träger eines selbst sehr feinen Fühl- und Tastsinnes, der berechnet ist, die Bewegung der Nahrungsstoffe innerhalb der Mundhöhle und durch dieselbe zu leiten.

Die physiologische Funktion der Zunge ist beim Menschen ihre Tätigkeit als Geschmacksorgan, als Tastorgan, als Bewegungsorgan beim Kauakt, als Sprachorgan und, in Verbindung mit Wangen und Lippen, auch als Saugorgan.

Bei den übrigen Vertebraten fällt von diesen Funktionen die Eigenschaft der Zunge als Sprachorgan fort, wogegen dafür wieder die anderen Funktionen teilweise größere Bedeutung als beim Menschen erlangen. Bei vielen Vertebraten dient die Zunge auch besonders als Fang- und Greiforgan für die in die Mundhöhle bestimmten Nahrungsstoffe.

Die Zunge ist bei den **Fischen** ziemlich rudimentär ausgebildet und fungiert mehr als Empfindungsorgan. Bei vielen Gattungen, namentlich den Knochenfischen, ist die Zunge mit Zähnen besetzt. Auch bei den Dipnoern fehlt der Zunge Eigenmuskulatur.

Bei den **Amphibien** entwickelt sich die Zunge erst von den Anuren ab als mehr ausgebildetes Organ, das gegen die rudimentäre Zunge der Fische wesentliche Unterschiede zeigt. Bei den Aglossa (Kröten etc.) ist die Zunge zurückgebildet. Der Frosch hat eine Zunge, die zum weiten Vorstrecken aus dem Munde besonders eingerichtet ist; sie ist zwischen den Aesten des Unterkiefers befestigt, in der Art, daß ihr hinterer Abschnitt freibleibt; sie ist gleichsam umgekehrt, die gespaltene Spitze nach hinten gegen den Schlund gerichtet, und wird nach vorn aus der Mundhöhle herausgeworfen, um rasch wieder nach innen zurückgeklappt zu werden, wenn das Tier Fliegen etc. fangen will.

Auch bei den **Reptilien** wechselt die Beweglichkeit der Zunge, wie bei den Amphibien, je nachdem dieses Organ am Boden der Mundhöhle ganz oder teilweise angewachsen ist. Das Chamaeleon hat analog dem Frosch eine weit herausstreckbare Zunge, welche wurm-

förmig ist und eine napf- oder schaufelförmig gestaltete verdickte Spitze besitzt, um die fliegenden Insekten zu erhaschen. Bei vielen Reptilien, wie bei den Sauriern und Ophidiern, dient die feinfühlende Zungenspitze zur Prüfung der Fläche, über welche das Tier sich bewegen will; die Zunge ist hier sehr lang, weit herausstreckbar, in zwei Tastspitzen gespalten, womit sie den Boden, auf welchem sich diese Tiere fortbewegen, betasten, was den letzteren um so mehr zustatten kommt, als gerade die Schlangen ein mangelhaft entwickeltes Gesicht haben. Die vielfachen Formunterschiede der Zunge bei den Sauriern haben die verschiedenen Tierordnungen notwendig gemacht, so daß man Vermilinguia, Crassilinguia, Brevilinguia, Fissilinguia unterscheidet. Die Zunge der Chelonier und Krokodilier hat die geringste Beweglichkeit.

Die Zunge der **Vögel** ist arm an Muskeln und zeigt einen hornigen, oft mit Papillen und spitzen Widerhaken versehenen Ueberzug spalten, wie beim Colibri, oder pinselartig gestaltet, wie bei den Cinnyriden, die damit den Honigsaft aus den Blumenkelchen holen; der Fichtenkreuzschnäbler (Loxia) hat eine eigentümlich gestaltete Zunge; die verhornte Spitze ist schaufelförmig ausgehöhlt, um damit die Samen aus den Koniferenzapfen zu gewinnen. Am besten entwickelt ist die Zunge der Raubvögel und Papageien.

Die höchste Entwicklung erreicht die Zunge bei den **Säugetieren**, wo sie, wie beim Menschen, die vielseitigsten Funktionen verrichten kann; namentlich die Eigenmuskulatur ist stets reich ausgebildet; sie zeigt meist eine vorn abgerundete, bandartige Form; an ihrer Unterfläche, besonders bei den Halbaffen, findet sich ein Faltensystem, die sogenannte Unterzunge.

Als Geschmacksorgan dient die Zunge nicht allen Tieren, und auch bei den Säugetieren ist dies nicht immer festzustellen. Hier ist die Zunge oft mit Hornstacheln, Hornplatten oder Hornschuppen besetzt, wie bei den Feliden und beim Stachelschwein, wo die Leistung der Zunge als Geschmacksorgan jedenfalls nicht von großer Bedeutung sein kann; bei manchen Säugern, den Einhufern, Wiederkäuern, ist analog den meisten Vögeln auch noch die Schleimhaut der übrigen Mundhöhle (Gaumen, Backen etc.) mit ähnlichen Papillen oder Stachelbildungen besetzt, um die erfaßte Nahrung leichter zurückhalten zu können. Aehnlich von Bedeutung sind die Barten der Wale, die auch die mit dem Wasser in den Mund aufgenommenen kleinen Mollusken durch die gitterartigen Barten zurückhalten.

Als Greiforgan dient die Zunge den Wiederkäuern, die auffallend lang entwickelt ist, um beim Abrupfen der Gräser diese zu umfassen und in die Mundhöhle zu befördern; besonders lang ist die Zunge der Giraffe, welche mit derselben Baumzweige umschließt. Der Ameisenfresser streckt seine lange, wurmförmig gestaltete und schleimig belegte Zunge in einen Ameisenhaufen, um durch Zurückziehen derselben die Beute einzuschlürfen.

Der weiche Gaumen.

Das Gaumensegel, das Velum palatinum, stellt gleichsam die Verlängerung des harten Gaumens dar und bildet die bewegliche, schief nach hinten gerichtete Grenzwand zwischen Mund- und Rachen-

höhle. Das Velum ist eine Schleimhautduplikatur, in welcher Drüsen- und Muskeln liegen. Der untere freie Rand ist jederseits halbmondförmig ausgeschnitten und begrenzt das Zäpfchen, die Uvula; dadurch wird der untere Rand des Gaumensegels in die beiden Gaumenbögen geteilt, den vorderen *Arcus palatoglossus* und den hinteren *Arcus palatopharyngeus*. Zwischen den beiden Bögen liegen die Mandeln, *Tonsillae*. Die Kommunikation zwischen dem ganzen Mundraum und dem Pharynx bildet die Rachenenge, *Isthmus faucium*. Die unmittelbar unter dem Schleimhautüberzug liegenden Muskeln haben eine besondere Bedeutung für den Verdauungstraktus und die Sprache.

Weder die Vögel, noch die Amphibien und Fische haben ein Gaumensegel. Das Krokodil besitzt ein Velum, durch welches die Mundhöhle nach hinten abgeschlossen wird, wodurch die Kreuzung der Speise- und Luftwege hinter die Mundhöhle verlegt ist, was bei der räuberischen Lebensweise diesen Tieren um somehr zu statten kommt, als das Atmen ununterbrochen fortdauern kann, wenn auch die Mundhöhle von der erfaßten Beute auf einige Zeit undurchgängig gemacht ist.

Das Gaumensegel der Säugetiere (sowie des Krokodils) weicht vom menschlichen nur insoweit ab, als die Uvula ziemlich allgemein fehlt. Bei den Affen und einigen Wiederkäuern (Giraffe, Kamel) finden sich Andeutungen davon.

Die Mundhöhle.

Bei geöffnetem Munde wird beim Menschen ein Raum dargestellt, welcher nach oben vom harten Gaumen, seitwärts von den Alveolarfortsätzen mit den Zähnen, nach unten von der Zunge und deren Muskulatur, nach hinten vom weichen Gaumen und dem Isthmus faucium begrenzt wird. Bei geschlossenen Kiefern wird durch die Zahnreihen eine vordere kleinere Abteilung, das Vestibulum oris, und eine hintere größere, die eigentliche Mundhöhle, *Cavum oris*, gebildet.

Den Eingang in die Mundhöhle bilden die Lippen, *Labia*, zwei wagrechte muskulöse Wülste, welche durch die Mundspalte, *Rima oris*, in eine Ober- und Unterlippe geschieden werden. An den Mundwinkeln gehen beide Teile durch die Commissura labiorum ineinander über. An der facialen Seite der Oberlippe, in der Mitte derselben, geht eine Rinne, Philtrum, gegen die Nasenscheidewand hinauf; zu beiden Seiten des Philtrum verläuft von der Nase nach den Mundwinkeln je ein Sulcus nasolabialis. Analog der Oberlippe zeigt auch die Unterlippe oberhalb des Kinnes den Sulcus mentolabialis. Diese Sulci sind im Alter besonders, sowie bei vielen Krankheiten stärker ausgeprägt als in der Jugend. Die Lippen sind Duplikaturen aus einem äußeren Integument und einer inneren Schleimhaut, zwischen welchen die Muskulatur des Sphincter oris liegt, außerdem eine Anzahl von Schleimdrüsen. Die Lippenwölbung zeigt das Lippenrot, welches durch die hier mit zahlreichen Gefäßschlingen versehenen Schleimhautpapillen bedingt ist. Normalerweise steht die Oberlippe etwas weiter vor der unteren. Der Sphincter oris schließt den Mund und bedingt mit den anderen strahlenförmig zusammenlaufenden Muskelfasern die quere Gestalt der Mundspalte,

welche sonst eine rundliche Oeffnung darstellen würde. Ober- und Unterlippe werden durch je eine mediane Schleimhautfalte, das Lippenbändchen, *Frenulum labii*, an das Zahnfleich befestigt. Diese Frenula zeichnen sich infolge ihrer notwendigen Mitwirkung beim Kauakt, beim Sprechen, Pfeifen, Blasen, Saugen usw. durch eine bedeutende Beweglichkeit aus. Die physiologische Bedeutung der Unterlippe besteht darin, die in der Mundhöhle sezernierte Flüssigkeit, Speichel und Nahrungsteile, zurückzuhalten.

Der Schleimhautüberzug der Lippen setzt sich in die Schleimhaut der vorderen Mundhöhle, das Vestibulum oris, fort, wo es die innere Wange überzieht und in der Gegend des 2. oberen Molaren in den Ductus Stenonianus eindringt. Die Schleimhaut der Lippen geht außerdem mittels der gingivo-labialen und gingivo-bukkalen Falten auf die Alveolarfortsätze beider Kiefer fort, wo sie das Zahnfleisch bildet. Ein eigentlicher Raum wird durch dieses hufeisenförmige Vestibulum nicht dargestellt, insofern die Wangenschleimhaut dicht auf den Zähnen liegt; erst durch Aufblasen der elastischen Außenwandungen entsteht ein wirklicher Raum.

Die Mundhöhle ist bei den Säugetieren ganz ähnlich gestaltet und besitzt eine vordere Eingangsöffnung, Mund oder Maul, und eine hintere Ausgangsöffnung, die in den Pharynx führt. Da die Mundhöhle beim Kauen der Nahrungsmittel zeitweise von letzteren angefüllt ist und für die Respirationsluft während dieser Zeit unzugänglich ist, so findet die Kreuzung der Respirations- und Deglutitionswege hinter der Mundhöhle statt, indem die Nasenhöhle in den Pharynx mündet, damit die Respiration wihrend des Kauens nicht unterbrochen zu werden braucht. Bei anderen Vertebraten (Vögeln, Fischen, Amphibien) wird die Nahrung nicht mehr gekaut, weshalb die Zusammenmündung der Luft- und Speisewege im Cavum oris selbst erfolgt, ohne den Atmungsprozeß irgendwie zu hemmen. Bei den Vögeln, Reptilien und Amphibien mündet die Nasenhöhle in die Mundhöhle an der Decke der letzteren. Bei den Vögeln stellt diese Mündung einen länglichen gemeinsamen Spalt dar, bei den Amphibien und Reptilien sind es getrennte Oeffnungen, welche bei den Batrachiern sogar ganz vorn hinter der Mundspalte einführen. Bei den Fischen, namentlich den Knochenfischen, bildet die Nasenhöhle, soweit sie Durchgangshöhle für die Respiration ist, mit dem Cavum oris einen gemeinsamen Hohlraum; deshalb fallen die bei der höheren Klasse noch vorhandenen Choanen bei den Fischen weg, während die Mundhöhle gegenüber ihrer Eingangsöffnung drei hintere Ausgänge hat: einen mittleren für die Speisewege und zwei seitliche für die Kiemenhöhle, welche die Atmungshöhle repräsentiert. Bei den Plagiostomen, namentlich den Rochen, vielen Haien (Carcharias u. a. ausgenommen) führen aus der Mundhöhle noch zwei sogenannte Spritzlöcher nach oben, die hinter den Augen ausmünden; diese Oeffnungen haben den Zweck, das Wasser, welches bei geschlossenem Munde während des Atmens in die Kiemenhöhle eingezogen wird, wieder nach oben auszuführen.

Bei diesen niederen Vertebraten, bei welchen die Atmungs- und Speisewege nicht hinter dem Cavum oris, sondern in letzterem selbst zusammenmünden und sich kreuzen, fällt der Phalanx ganz fort und die Mundhöhle führt direkt in den Oesophagus. Der Pharynx ist hier

nur dazu bestimmt, die Kreuzung der Respirations- und Deglutationswege hinter der Mundhöhle zu ermöglichen.

Was die Mundhöhle der Säugetiere im allgemeinen betrifft, so hat dieselbe gegenüber dem Menschen nicht alle Funktionen zu verrichten, andererseits wieder Leistungen auszuführen, welche der menschlichen Mundhöhle fern liegen. Die Sprachfunktion fällt bei den Tieren ganz weg, doch werden die betreffenden Organe (Lippen, Backen, Gaumensegel, Zunge) wieder für andere Funktionen gebraucht. Wenn nun auch der Besitz von Lippen und Backen als eine charakteristische Eigentümlichkeit den Säugetieren zukommt, so gilt dies nicht ausnahmslos für alle Tiere dieser Klasse; z. B. haben die Cetaceen und Monotremen weder Lippen noch Backen. Bei den Monotremen und Cheloniern sind die Kieferränder analog den Vögeln mit einer Hornscheide bekleidet. Bei den Fischen und Reptilien gibt es auch lippenähnliche Bildungen (bei Labrus), die aber jeder Muskulatur entbehren.

Die Mundöffnung ist, abgesehen von der geringen Größe bei den Rodentien, im allgemeinen viel weiter als beim Menschen und stellt eine Spalte dar, die tief in die Backen einschneidet. Bei den niederen Vertebraten, die der Backen ganz entbehren, ist dieser Spalt noch tiefer. Bei einigen Säugern besitzen die Backen noch eigentümliche Vorrichtungen, in Form von sogenannten Backentaschen, Aufbewahrungsbehälter für die Nahrungsmittel, wie bei vielen Catarhini und verschiedenen Rodentien. Bei den Vögeln sind diese Nahrungsbehälter in die Speiseröhre verlegt, wo sie den Kropf bilden.

Abgesehen von Amphioxus und den Cyklostomen, von denen ersterer einen von Cirrhusstäben umgebenen Mundeingang, einen sogenannten Saugmund, besitzt, während bei den Cyklostomen der Mundeingang von einem Knorpelring begrenzt ist, zeigen alle Vertebraten Kieferbildungen; eigentliche, mit Muskeln versehene Lippenbildungen kommen erst bei Säugetieren vor.

Die Schleimhaut des Mundes.

Wie alle Schleimhäute ist auch die Mundschleimhaut aus einer bindegewebigen, mit elastischen Fasern versehenen Mucosa, einer Submucosa, einem geschichteten Pflasterepithel und den Papillen zusammengesetzt. Die Zellen der obersten Schicht des Epithels sind dünne, kernhaltige Plättchen, während die Form der Zellen in der tieferen Schicht mehr rundlich-eckig ist und in der tiefsten Schicht des Rete Malpighii eine Reihe von Zylindern bildet, welche auf der Schleimhautfläche stehen. Diese dünnen Epithelplättchen werden beim Kauen und den Bewegungen der Zunge fortwährend abgestoßen und liegen zahlreich im Speichel des Mundes. Die Papillen, die bei älteren Individuen namentlich sehr lang werden, sind meist schon mit bloßem Auge sichtbar und bilden fingerförmige Fortsätze des Corium der Schleimhaut; Größe und Form der Papillen ist nach den verschiedenen Bezirken der Schleimhaut verschieden, und von ihrem Verhalten zum Epithel hängt das ganze Aussehen der Mundhöhlenwandung ab. Am stärksten ist die Schleimhaut am Palatum durum und am Zahnfleisch entwickelt, während sie am Mundhöhlenboden am lockersten ist. Mit Ausnahme der Zunge ist die Schleimhaut des Mundes durchweg glatt.

Außer den Papillen sind noch eine Anzahl acinöser Drüsen vorhanden, die einen mucinhaltigen Stoff absondern, der mit dem Sekret der drei Speicheldrüsen zusammen den Mundspeichel bildet.

Das **Zahnfleisch**, *Gingiva*, bildet denjenigen Teil der Mundschleimhaut, welcher die Alveolarränder überzieht und sich weiter auf den Hals der einzelnen Zähne fortsetzt, denselben saumartig einschließend. Mikroskopisch stellt dasselbe im normalen Zustande ein straffes Gewebe dar, von fein gekörntem, blaßrotem, je nach dem Blutreichtum mehr oder weniger gefärbtem Aussehen. In den Zwischenräumen der einzelnen Zähne bildet das Zahnfleisch die dreieckig-spitzigen interdentalen Papillen. Ein wesentlich histologischer Unterschied zeigt sich beim Zahnfleisch, daß die Mucosa gegenüber der anderen Mundschleimhaut — außer dem harten Gaumen — keine elastischen Fasern enthält; auch bildet die Submucosa des Zahnfleisches eine dünnere, aber straffere Struktur und ist namentlich mit dem Periost und den Alveolarfortsätzen des harten Gaumens fest verwachsen; sie liegt hier unverschiebbar und unzertrennlich auf dem Knochen. Die in der übrigen Mundschleimhaut vorhandenen Schleimdrüsen fehlen im Zahnfleisch gänzlich. — Lymphgefäßnetze sind zuerst von Sappey nachgewiesen worden. Ueber die Nerven des Zahnfleisches bemerkt Wedl, daß einzelne marklose Fasern aus einem der Oberfläche parallelen Plexus markhaltiger Fasern direkt gegen die Papillen ziehen. Nach Black finden sich am Uebergangsteil von Alveolarperiost und Zahnfleisch bisweilen Pacinische Körperchen und Endkolben.

Beim Betasten des **harten Gaumens** fühlt man, als ob eine dünne Mucosa über die knöcherne Fläche gespannt sei; in Wirklichkeit ist aber zwischen Schleimhaut und Periost ein dickes Polster aus Balken und Platten mit zahlreichen eingestreuten Fettträubchen und acinösen Drüsen vorhanden, welches an der Umschlagsstelle zwischen dem eigentlichen Gaumendach und dem Alveolarfortsatz am stärksten entwickelt ist und die abgerundete Form des Gaumengewölbes bedingt. Letzteres ist bisweilen flach oder dann wieder von einer außerordentlichen Tiefe; die Struktur variiert ebenso von schwammartiger Beschaffenheit bis zur ausgesprochenen Härte und Straffheit. Hinter den zentralen Schneidezähnen sieht man die Papilla palatina, eine birnförmige Erhabenheit, von welcher aus ein Wulst, Raphe, in der Medianlinie sich nach hinten erstreckt; von dieser aus verlaufen schräg nach den Zahnbögen seitlich die Plicae s. Rugae palatinae. Diese Erhabenheiten sind reichlich mit Tastnerven versehen.

Entwicklung der Mundhöhle.

Der Mund entwickelt sich am embryonalen Kopfende durch eine unpaare Einstülpung der Epidermis, welche der bleibenden geschlossenen Kopfdarmhöhle als Mundbucht — späterer Mundhöhle — entgegenwächst, indem gleichzeitig die beide Höhlen trennende Remaksche primitive Rachenhaut zerreißt. Durch dieses Einreißen und Rückbildung der Fetzen, der sog. primitiven Gaumensegel, wird sodann die Kommunikation nach außen hergestellt und die Kopfdarmhöhle mit der Munddarmhöhle vereinigt.

Die eigentliche Mundhöhle als solche ist also von vornherein

nicht gebildet, sondern ist erst durch das Zerreißen der Scheidewand vorhanden, was nach His beim menschlichen Embryo am 12. Tage eintritt. Bei allen Amnioten wird der Eingang zur Mundbucht durch 5 Wülste gebildet: einen oberen und 4 seitliche, welche in Form eines weiten fünfeckigen Loches die Mundhöhle begrenzen.

Der oberste dieser Wülste ist unpaar, und der größte heißt der Stirnfortsatz, *Processus naso-frontalis*, während die 4 übrigen Wülste paarige Bildungen darstellen, welche die Mundbucht von oben und seitwärts umgeben. Das eine Paar repräsentiert der Oberkieferfortsatz, *Proc. maxillaris superior*; das andere Paar der Unterkieferfortsatz, *Proc. maxillaris inferior*.

Der Oberkieferfortsatz jederseits wird vom Stirnfortsatz durch die Augen-Nasenfurche geschieden, während der Unterkieferfortsatz vom Oberkieferfortsatz durch einen Einschnitt getrennt ist, welcher dem Platz des späteren Mundwinkels entspricht. Beide Fortsätze bilden jederseits zusammen den häutigen Kieferbogen.

Aus dem Stirnfortsatz, welcher nicht aus dem Kiemenbogen, sondern direkt aus dem Kopfteile des Fötus entsteht, bildet sich die äußere Nase mit dem Septum, der Zwischenkiefer und der mittlere Teil der Oberlippe. Aus dem Oberkieferfortsatz entsteht der spätere Oberkiefer, das Gaumenbein, der Proc. pterygoideus und die Weichteile der Wange, sowie die Fossa temporalis. Der Unterkieferfortsatz endlich liefert durch Vereinigung der beiderseitigen Teile in der Mittellinie den Unterkiefer und die Weichteile des Mundhöhlenbodens.

Die **Oberlippe** entsteht, wie der harte Gaumen, durch Zusammenwachsen eines Mittelstückes mit zwei seitlichen Teilen; letztere entwickeln sich aus dem Oberkieferfortsatz, während das Mittelstück aus dem Stirnfortsatz entsteht.

Diese entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge geben auch die Erklärung für so manche spätere Mißbildungen (Gaumen- und Lippenspalten etc.), welche durch mangelhafte oder fehlende Vereinigung dieser erwähnten Fortsätze entstehen. In gewissen Fällen ist durch solches Nichtzusammenwachsen der einzelnen Teile die Lebensfähigkeit des betreffenden Individuums sehr in Frage gestellt.

Ueber die Entwicklung des **Oberkiefers** sei im speziellen bemerkt, daß in der frühesten Zeit, lange vor der ersten Zahnanlage, die erste Andeutung der sog. Kieferwälle vorhanden ist. Die Verknöcherung dieses fötalen Bindegewebes findet von vier Ossifikationspunkten aus statt. Zwei derselben liegen im Stirnfortsatz und zwei im Oberkieferfortsatz. Die ersten beiden vermitteln die Entwicklung des Zwischenkiefers, während aus den beiden Oberkieferfortsätzen der eigentliche Oberkiefer entsteht. Die beiden Zwischenkieferstücke sind im späteren Lebensalter des Menschen nicht mehr als gesonderte Knochen nachweisbar und verwachsen frühzeitig mit den Anlagen der beiden Oberkieferstücke, nachdem sich die zwei häutigen Oberkieferfortsätze mit den inneren Nasenfortsätzen vereinigt haben. Der Zwischenkiefer, *Os incisivum s. intermaxillare s. praemaxillare*, erstreckt sich in dem Zwischenraum zwischen Eckzahn und lateralem Schneidezahn, in Form einer Naht, der *Sutura incisiva*, quer über den Kiefer und Gaumenfortsatz bis zum Foramen incisivum. Bei den Tieren bleibt diese Naht erhalten und erleichtert die Abgrenzung des Zwischenkiefers. Die Oberkieferbeine sind ein Komplex von zwei Paar Knochen. die sich bei den meisten Vertebraten auch getrennt er-

halten. Der Zwischenkiefer besitzt bei den Quadrupeden neben der Zahnfortsatzpartie noch eine aufsteigende Pars nasalis, welche die Apertura piriformis narium unten und seitlich begrenzt. Auf diese Weise sind beide Oberkieferbeine von der Bildung der äußeren Nasenöffnung ausgeschlossen.

Dieser Anschauung über das Intermaxillare, daß jederseits bloß ein Knochen existiert, ist in neuerer Zeit P. ALBRECHT entgegengetreten, der behauptet, daß jederseits ursprünglich zwei Zwischenkieferbeine vorhanden seien. Der Spalt zwischen beiden soll die Scheidewand zwischen den Alveolen der zwei Schneidezähne passieren und Spuren desselben bei jugendlichen Personen bisweilen noch vorhanden sein. Durch das Stehenbleiben der Trennungsspuren der Naht unterscheidet ALBRECHT das Zwischenkieferbein als ein *Endognathion* und ein *Exognathion*. Bei Gaumenspalten und Hasenscharten kommt der Spalt zwischen Endo- und Mesognathion. Auf der Innenseite des Spaltes ist oft ein dritter zwerghaft entwickelter Schneidezahn vorhanden, der vermutlich der 2. Schneidezahn der typischen Säugetierformel ist. Die Lippen- und Gaumenspalten sind Hemmungsbildungen und verlaufen entsprechend der normalen Vereinigungslinie in der Oberlippe und der Gegend des Zwischenkieferbeines lateral, am hinteren Abschnitt des Gaumengewölbes vom Foramen incisivum medial. ZUCKERKANDL bemerkt hierzu, daß er sowohl, wie die Mehrzahl der Forscher dieser Theorie nicht beipflichten könne. Das Gebiet des Zwischenkiefers kann ein verschieden großes sein. In den meisten Fällen endigt die Sutura incisiva wohl an der Grenze der Alveole des 2. Schneidezahnes und des Eckzahnes, an vielen Schädeln aber ist sie weiter nach rückwärts verschoben und umfängt auch noch einen Teil der Eckzahnalveole; in seltenen Fällen verläuft die Naht sogar hinter letzterer. Es umschließt demnach ausnahmsweise der Zwischenkiefer neben den Schneidezähnen auch noch den Eckzahn, was leicht erklärlich ist, da ja, wie schon KÖLLIKER bekannt war, Zahnentwicklung und Knochenbildung unabhängig voneinander ablaufen (v. SCHUMACHER).

Der **harte Gaumen** entwickelt sich folgendermaßen: Vom häutigen Oberkiefer entstehen zwei nach innen in die primitive Mundhöhle vorspringende Leisten, die sich zu den in horizontaler Richtung ausbreitenden Gaumenplatten, *Proc. palatini*, entwickeln. In der Medianlinie treten dieselben zusammen, wo sie miteinander und mit dem mittleren Teil des Stirnfortsatzes verwachsen, der inzwischen sich zum Nasenseptum verdünnt hat, während sich gleichzeitig der Vomer bildete. So ist eine neue Decke der Mundhöhle entstanden, der Gaumen, der sich in den harten und den weichen Gaumen sondert. Da, wo die Gaumenfortsätze mit den Fortsätzen des Zwischenkiefers zusammentreffen, bleibt in der Medianlinie der Canalis nasopalatinus offen.

Die **Oberkieferhöhle** entwickelt sich von der Nasenhöhle aus, und zwar vom seitlichen Nasenwandknorpel. Die erste Andeutung zeigt sich im 3.—4. Monat in Gestalt einer Furche, die lateral vom Sulcus lacrimalis liegt. Diese Rinne ist zur Zeit der Geburt in Form eines kleinen Grübchens angedeutet, das mit dem Wachstum des Knochens durch weitere Resorption an Größe zunimmt und bei einem achtjährigen Kinde den Umfang einer kleinen Walnuß erreicht, bis sie beim Erwachsenen die Dimension eines kleinen Hühnereies angenommen hat.

Bei der Entwicklung des **Unterkiefers** bildet sich zuerst der sogenannte MECKELsche Knorpel, eine gleichsam zur Stütze des Bogens dienende Knorpelspange. Bei den Säugetieren verbindet sich dieser Knorpel mit seinem ventralen Ende in der Mittellinie mit dem entsprechenden Teil der anderen Seite, während beim Menschen ein kleiner Zwischenraum zwischen ihnen bleibt. Mit seinem Schädelende liefert der Knorpel die Anlage des Hammers und tritt dadurch mit dem Amboß in Gelenkverbindung und gleichzeitig in den Dienst des Gehörapparates.

Nach HERTWIG verliert der primäre Unterkiefer bei den Knochenfischen, Amphibien und Reptilien seine einfache Beschaffenheit und wandelt sich oft zu einem sehr zusammengesetzten Apparat um. Die Verknöcherungen sind, wie beim übrigen Kopfskelett, primäre und sekundäre. Im Gelenkteil des Knorpels wird das primäre Os articulare gebildet, während das Os angulare und Os dentale als Belegknochen entstehen. Letzterer Knochen wird ein wichtiges Skelettstück von beträchtlicher Größe, das in seinem oberen Rande die Zähne aufnimmt und den MECKELschen Knorpel als knöchernen Zylinder umschließt. Der ganze aus mehreren Knochen und aus dem von ihnen eingeschlossenen ursprünglichen Knorpel zusammengesetzte Apparat bewegt sich im primären Kiefergelenk zwischen Palatoquadratum und Articulare.

Dieselben Anlagen wiederholen sich auch bei den Säugetieren und beim Menschen. Im Gelenkteil des Unterkieferknorpels, der die Form des Hammers angenommen hat, bildet sich ein besonderer Knochenkern, der dem Os articulare anderer Vertebraten entspricht. Als Belegknochen entsteht nebenzu ein sehr kleines Articulare, das später mit ihm verschmilzt und den langen Hammerfortsatz bildet. Das Os dentale (der zweite Belegknochen) wird sehr groß und repräsentiert den später funktionierenden Unterkiefer, während die übrigen Teile, welche bei den niederen Vertebraten im zusammengesetzten Kieferapparat beim Kauakt mitwirken (Palatoquadratum, Quadratum, Articulare, Angulare und MECKELscher Knorpel) ihre ursprüngliche Funktion verlieren und anderweitig brauchbar werden. Die wichtigste Veranlassung zu dieser tiefgreifenden Umgestaltung ist darin begründet, daß bei den Säugern und auch beim Menschen an Stelle des primären Kiefergelenkes ein neues sekundäres Gelenk sich bildet. Das primäre Gelenk, in welchem das zahntragende Dentale bewegt wird, liegt zwischen Articulare und Palatoquadratum. Da diese beiden Knochen bei Säugetieren dem Hammer und dem Amboß entsprechen, so ist im Hammer-Amboßgelenk das primäre Kiefergelenk der niederen Vertebraten zu suchen. Bei den Säugetieren und dem Menschen wird im primären Kiefergelenk das Dentale nicht mehr bewegt, insofern dieses selbst mit der Schädelkapsel eine direktere Gelenkverbindung eingeht; es schickt den Proc. condyloideus nach oben empor und verbindet sich hierdurch mit der Squama des Schläfenbeines in einiger Entfernung vor dem primären Gelenk zum sekundären Kiefergelenk, an welchem nur Belegknochen teilnehmen. Dadurch ist der primäre Unterkieferapparat für den Kauakt entbehrlich geworden, und Amboß, Hammer mit dem Articulare werden in Teile des Gehörapparates umgewandelt.

Beim Menschen ist der MECKELsche Knorpel paarig und in der Medianlinie durch Bindegewebe vereinigt. Vom 6. Monat an beginnt

der Knorpel zu verkümmern, und kein Teil desselben steht in Beziehung zur Bildung des Unterkiefers.

Der knöcherne Unterkiefer ist also ursprünglich eine paarige Bildung, die aus zwei zahntragenden Hälften besteht, die durch Bindegewebe verbunden sind und bei vielen Säugetieren sich so getrennt erhalten. Beim Menschen besteht diese Symphyse nur im 1. Lebensjahre, und dann erfolgt durch Verknöcherung des Zwischengewebes die Umgestaltung des Unterkiefers zu einem unpaaren Stück.

Im 1. Jahre ist die Protuberantia mentalis noch nicht vorhanden. Die aufsteigenden Aeste beim Fötus treffen mit dem Corpus maxillae in einem sehr stumpfen Winkel zusammen, der mit der Zeit rechtwinkelig wird, um dann im späteren Alter sich wieder zu erweitern. Der aufsteigende Ast ist beim Embryo gar nicht oder nur in schwach angedeuteter Form vorhanden.

Entwicklung der Alveolen.

Im 4. embryonalen Monat entstehen nach Zuckerkandl die Alveolen in der Weise, daß sich eine Rinne bildet, die auf jeder Seite in zwei Fächer geteilt wird. Diese Rinne teilt sich allmählich durch Resorptionsvorgänge an der lateralen Wand. Die Septa bilden sich in Form niedriger Leisten an Stellen, wo sich die Resorption nur wenig zeigt oder gar nicht vorhanden ist. Die Alveolen sind rundlich gestaltet und verhältnismäßig geräumig, nur an den Mündungen zugleich mit der Verlängerung der Zahnsäckchen vertiefen sich die Alveolen, und ihre Ränder ziehen sich über die Zahnsäckchen nach innen zusammen. Bei der Geburt sind zehn für die Milchzähne bestimmte Zahnzellen in jedem Kiefer vorhanden, während sich eine knöcherne Höhle jederseits in beiden Kiefern für die permanenten 1. Molaren bildet, wenn auch immerhin die Trennung dieser Alveole von der des zweiten Milchmolaren, mit welcher sie anfänglich vereinigt war, noch immer nicht ganz vollständig ist. Diese Alveole wird erst im Laufe des 1. Lebensjahres von der benachbarten Zahnzelle getrennt. Die Alveolen für die 2. und 3. permanenten Molaren bilden sich erst später, aber nicht in derselben Weise wie die vorhergehenden, insofern die Keime dieser Molaren auf schon fertig entwickelten Knochen stoßen. Die Anlage der Alveole des 2. permanenten Molaren erfolgt am Unterkiefer zwischen dem 5. bis 7. Lebensmonat, indem sich an der hinteren Wand der Alveole des 1. Molaren eine intraalveolär gelegene Rinne bildet, die sich trichterförmig erweitert und deren Mündung noch vor Ablauf des 1. Lebensjahres an die freie Fläche des Zahnfortsatzes gelangt; erst nach einem weiteren Jahre ist die charakteristische Form der Alveole vorhanden. Das Zahnfach für den Weisheitszahn entwickelt sich zwischen dem 4.—5. Lebensjahre in gleicher Weise an der hinteren Alveolarwand des 2. Molaren.

Die Alveolen des Oberkiefers bilden sich in ähnlicher Weise, nur liegt die betreffende Knochenrinne für den Zahnkeim nicht intraalveolär, sondern an der Oberfläche des Zahnfortsatzes. Die Knochenrinne für den 2. oberen Molaren bildet sich am Ende des 1. Lebensjahres hinter der Alveole des 1. permanenten Molaren. Im 3. Lebensjahre ist aus der Rinne eine etwa linsengroße Alveole entstanden (Zuckerkandl). Im 10. Jahre, wenn der 2. Molar

erschienen ist, wodurch die Tuberosität frei geworden ist, bildet sich an letzterer die Rinne für den Weisheitszahn; das gleiche wiederholt sich, falls noch ein weiterer Molar erscheint.

Zur Zeit der Geburt sind die vorhandenen Alveolen weder gleichmäßig in einer Linie gruppiert, noch sind sie alle gleichweit entwickelt. Die Zwischenwände, welche die früher vorhandene einfache Rinne in eine Reihe von Zahnzellen teilen, sind am vorderen Teil des Mundes mehr ausgebildet, als an dem hinteren. Die Alveolen der oberen und unteren zentralen Schneidezähne sind nach der Basis zu etwas weiter, als an der Oeffnung, und dieser Unterschied wird dadurch noch größer, daß sich an der lingualen Wand jeder Höhle eine seichte Vertiefung zur Aufnahme des Zahnkeimes des betreffenden Ersatzzahnes findet. Sie sind von den Höhlen der seitlichen Schneidezähne durch eine Scheidewand getrennt, die schräg nach hinten und innen zur Medianlinie des Mundes läuft. Die Alveolen der lateralen Schneidezähne liegen etwas nach hinten von denen der zentralen und sind von den Alveolen der Eckzähne durch eine Scheidewand getrennt, welche ebenfalls schräg nach hinten, und im Unterkiefer, von der Medianlinie an gerechnet, nach außen verläuft. Durch diese Anordnung sind die Alveolen der zentralen Schneidezähne labialwärts breiter als lingualwärts, während das umgekehrte Verhältnis bei den lateralen Schneidezähnen der Fall ist. Die Alveolen der Eckzähne sind etwas nach vorn von den seitlichen Schneidezähnen gelegen und fast in einer Linie mit den zentralen, so daß die Kiefer nach vorn etwas abgeflacht aussehen.

Nachdem die Zahnkrone durchgebrochen ist, wird durch Neubildung von Knochen die Alveole wieder hergestellt, welche den Zahn dann wieder eng umgreift. In den ersten beiden Lebenszähnen zeigt sich an den Alveolen der durchbrechenden Milchzähne eine lebhafte Resorption. Beim Beginn der zweiten Dentition verkürzen sich die Wurzeln der Milchzähne samt ihren Alveolen, der Alveolenfortsatz schwindet, und die Zähne fallen nach und nach aus. Die Alveolen der Milchzähne lassen kleine Grübchen zurück, während der nachrückende Ersatzzahn am Rande der Alveole von einer dünnen ausgebauchten, stellenweise durchlöcherten Knochenplatte umschlossen scheint. Die dünne Decke der Ersatzzahnalveole geht zugrunde, die Alveole selbst wird kürzer und weiter, so daß der Zahn locker erscheint. Dieses Verhalten wiederholt sich in gleicher Weise an jeder Ersatzzahnalveole.

Wachstum der Kieferknochen.

Beim Neugeborenen ist das knöcherne Kiefergerüst, Oberkiefer und Unterkiefer, bezüglich seiner Dimensionen sehr verschieden von den Kiefern des Erwachsenen gestaltet. Im allgemeinen ausgedrückt, ist das Kiefergerüst des Kindes kurz und breit, das des Erwachsenen lang und schmal (Zuckerkandl). Nach Baumes Untersuchungen und zahlreichen Messungen ergibt sich, daß die Kiefer nach allen Seiten hin wachsen bezw. zunehmen.

Nach der heutigen Theorie sind Form und Gestalt des Knochens das Resultat gesetzmäßig abwechselnder Resorption und Apposition von Knochensubstanz, zu welchen nach Wolff auch noch Expansion tritt (Theorie von Flourens).

Der **Oberkiefer** erreicht seine größte Ausdehnung der Höhe nach.

Man sieht das am besten an dem Wachstum der Oberkieferhöhle. Diese Ausdehnung erfolgt durch periostale Auflagerungen an den Außenwänden des Antrum und durch Resorption an der Innenseite. Im hinteren Teil, am Planum orbitale kommt das Wachstum in Verbindung mit den durchbrechenden Molaren zustande (Baume). Das Wachstum des Oberkiefers erfolgt auch von den Rändern aus in der Weise, daß eine Resorption von der Innenseite und periostale Auflagerungen an der Außenseite stattfinden. Eine große Rolle spielt dabei auch das Wachstum von den Knochennähten aus. Das Breitenwachstum des Kiefers läßt sich daraus erkennen, daß die Milchzähne allmählich weiter voneinander rücken. Nach Hunter dagegen wächst der Alveolarbogen in seinem vorderen Teil, also im Bereich des Milchzahngebisses, nicht weiter, welche Behauptung Baume aber durch Beweise entkräftet, Bei menschlichen Oberkiefern verändert sich die Form des vorderen Alveolarbogens sehr wenig. Während im Milchgebiß der Bogen fast kreisrund ist, ist derselbe im permanenten Gebisse mehr elliptisch. Bei neugeborenen Hunden bildet der Oberkiefer einen Spitzbogen, während er bei ausgewachsenen Tieren mehr die Form eines vorn abgerundeten Rechteckes erhält, dessen Winkel jederseits die Eckzähne bilden.

Der **Unterkiefer** in seiner Art als Röhrenknochen vergrößert sich dementsprechend. Da die Trennung beider Kieferhälften nicht lange bestehen bleibt, nimmt Baume an, daß eine Größenzunahme des Kiefers von der Mitte aus, bezw. des vorderen Kieferbogens erfolgt, Baume ist ein entschiedener Gegner der Expansionstheorie und auch Kölliker spricht sich gegen ein interstitielles Wachstum der Röhrenknochen aus. Nach dieser Theorie soll das Wachstum vorzugsweise an den Epiphysenenden vor sich gehen, die allerdings beim Unterkiefer fehlen. Die Dickenzunahme erfolgt durch periostale Auflagerungen. Am Unterkiefer würden, wie auch Wedl bemerkt, die Zähne an der labialen Seite bald von einer dicken Knochenschicht eingehüllt sein. Die Zähne rücken jedoch in einem etwas weiteren Bogen nach außen, während an der Lingualseite Resorption eintritt. Durch diese Auflagerung an der Außenseite muß ein größerer Bogen entstehen, wie das ja auch die Distanz des Foramen mentale zu verschiedenen Zeiten beweist (Baume).

Der Unterkiefer zeigt seine Wachstumserscheinungen besonders im Bereich der aufsteigenden Aeste in ganz augenfälliger Weise durch periostale Auflagerungen, während der Oberkiefer bedeutend nach unten wächst; demzufolge muß auch der Körper des Unterkiefers nach unten hin verdrängt werden. Wenn nun die Artikulation mit der Gelenkgrube fortbesteht, so muß der aufsteigende Ast nach oben hin wachsen, was durch den Muskelzug besorgt wird. Wenn keine Zähne mehr vorhanden sind, so müssen sich beim Kauakt die vorderen Teile der Alveolarränder notwendigerweise mehr einander nähern, als im normalen Zustande, und der Kiefer findet nun einen ganz anderen Stützpunkt. Infolgedessen wird der Ramus ascendens entsprechend verschoben und nimmt wieder eine stumpfwinklige Stellung zum Corpus mandibulae ein.

Verknöcherung.

Verknöcherung, d. i. Ossifikation, bezeichnet den physiologischen und pathologischen Vorgang, wenn ein Gewebe aus dem

weichen Zustand in den harten bezw. knöchernen übergeführt wird. Knochensubstanz als solche ist ursprünglich nicht vorhanden, sondern entsteht erst durch Verknöcherung. Echter Knochen bildet sich durch Verkalkung von osteogenem Gewebe, welches aus besonders großen Zellen, den Osteoblasten, hervorgeht, häufig auch aus Knorpel, indem dieser verkalkt. Letzteres sind die knorpelig vorgebildeten oder primären Knochen; die anderen, die keine Vorläufer haben, sind Bindegewebsknochen oder sekundäre. Die Verknöcherung selbst dringt von den sog. Ossifikationspunkten aus vor. (Zu den primären Knochen gehören sämtliche Teile des Stammes, der Extremitäten, der größte Teil der Schädelbasis und das Zungenbein; zu den sekundären gehören die Bestandteile des Schädels, das Schädeldach, der größte Teil der Gesichtsknochen.)

Die Bildung von Knochengewebe auf knorpeliger Grundlage im Innern des vorhandenen Knorpels nennt man enchondrale Verknöcherung zum Unterschied von perichondraler Verknöcherung, wenn letztere in unmittelbarer Umgebung des Knorpels oder auf dem letzteren vor sich geht. Beide Verknöcherungen erfolgen durch Osteoblasten. Zu den knorpelig vorgebildeten Knochen gehören die Röhrenknochen, die kurzen und platten Knochen.

Die Röhrenknochen wachsen, wie schon bei dem Unterkieferwachstum erwähnt wurde, durch Apposition, durch Auflagerung immer neuer periostaler Knochenschichten. Bei den platten Knochen beginnt die Ossifikation erst perichondral, dann enchondral. Die kurzen Knochen ossifizieren, wie die Epiphysen, erst enchondral und dann perichondral.

Die Bindegewebsknochen wachsen durch Bildung immer neuer Knochenmassen an den Rändern: Flächenwachstum, oder an den Oberflächen: Dickenwachstum. Durch die reichliche Knochenablagerung an den Oberflächen bilden sich außen und innen kompakte Schichten und dazwischen spongiöse Knochensubstanz, die sog. Diploë.

In enger Beziehung zu der Verknöcherung im physiologischen Sinne steht die **Verkalkung**, wie solche beim Zahngewebe stattfindet. Unter Verkalkung in diesem Sinne versteht man den Uebergang aus dem weichen Gewebe in ein hartes, steifes durch Imprägnation mit Kalksalzen. Diese Verkalkung kann dadurch eine solche Ausdehnung erfahren, daß nur sehr wenig von der organischen Grundsubstanz übrig bleibt, wie dies bei dem vollständig entwickelten Schmelz der Zähne der Fall ist; durch Behandlung mit Säuren löst sich dieses verkalkte Gewebe vollständig auf, oder es bleiben, wie bei anderen Zahnsubstanzen oder dem Knochen, die charakteristischen Strukturelemente zurück, während das verkalkte Gewebe verschwindet.

Es gibt zwei Arten der Verkalkung. Entweder werden die Salze in die Substanz eines in der Entwicklung begriffenen Organes direkt eingelagert, wodurch dasselbe direkt in ein verkalktes Gewebe umgewandelt wird, oder das bildende Organ scheidet von seiner Oberfläche organische und anorganische Bestandteile ab, wodurch das entstehende Gewebe gewissermaßen sezerniert wird. Diese letztere Verkalkungsart nennt man Verkalkung durch Sekretion, während die zuerst geschilderte Art der Umwandlung eine Verkalkung durch Transformation genannt wird.

Ein Beispiel der ersten Art sind die Muschelschalen, die Rückenschilder der Crustaceen, während die Bildung des Schmelzes ein Bei-

spiel für die Verkalkung durch Transformation ist. Bei letzterer Art handelt es sich um die Bestandteile der anorganischen Masse, kohlensauren, phosphorsauren Kalk usw. Die Kalksalze des Knochens, des Zahnbeines und des Zementes scheinen sich in Form kleiner, globulärer Massen niederzuschlagen, welche, anfänglich nebeneinander liegend, schließlich zusammenschmelzend, ein hartes, kompaktes, homogenes Gewebe darstellen. Darüber haben die Experimente von Rainie, Harting, Ord und Sims Woodhead ziemlich positive Resultate ergeben. Es handelt sich hierbei um zwei von Harting als *Calcoglobulin* und *Calcosphärit* bezeichnete chemische Kompositionen.

Rainie fand bei seinen Experimenten, daß, wenn man Calciumkarbonat langsam in einer konsistenten Lösung von Gummi oder Eiweiß sich bilden läßt, das daraus entstehende Salz das Aussehen von zwiebelartig geschichteten Kügelchen erhält, die sich durch Verschmelzung zu einer einzigen geschichteten Masse umbilden. In dieser Umwandlung der Kalksalze bei Berührung von verschiedenen organischen Substanzen aus der amorphen oder kristallinischen Gestalt in die Kugelform glaubt Rainie die Erklärung für die Entwicklung der Muschelschalen, Zahnsubstanzen und Knochen gefunden zu haben.

Nach den Untersuchungen von Harting haben sich aber auch andere Kalksalze in gleicher Weise verhalten und mit diesen die verschiedensten Formen herstellen lassen. Die von Rainie beschriebenen Kugelformen hat Harting genauer untersucht und konstatiert, daß wirkliches Eiweiß an der Zusammensetzung der Kügelchen mitbeteiligt ist und daß diese letzteren selbst bei Behandlung mit Säuren ihre Kugelform beibehalten (daher der Name Calcosphäriten). Harting konstatierte jedoch noch, daß das Albumin, welches nach Behandlung eines Calcosphärites mit Säuren zurückbleibt, kein gewöhnliches Eiweiß mehr ist — es ist bedeutend chemisch verändert, ist gegen Säuren, Alkalien und heißes Wasser resistent und hat Aehnlichkeit mit dem Chitin (einer Kutikularbildung, aus welcher die Haut der Insekten besteht; diese anfangs weiche Substanz wird später hart und fest, indem sie sich mit Kalksalzen inkrustiert; sie ist schwer löslich in Kalilauge, aber leicht in heißen Mineralwässern). Für dieses modifizierte Eiweiß hat Harting die Bezeichnung Calcoglobulin eingeführt, da der Kalk sich hier in irgendeiner chemischen Verbindung befindet und die letzten Spuren von Kalk, selbst bei Behandlung mit Säuren, daraus nicht zu entfernen sind.

Das Calcosphärit besteht also aus einer wirklichen Grundsubstanz von Calcoglobulin, welches imstande ist, seine Form und Struktur beizubehalten, nachdem selbst die ganze Kalkmasse daraus entfernt worden ist. Es ist eine höchst bemerkenswerte Tatsache, daß man bei der Untersuchung der Verkalkung stets Gewebe vorfindet, die unzerstörbar sind. Mazerierter Knochen z. B. hinterläßt weite Kanäle (welche die Wandungen der Haversschen Canaliculi darstellen) und isolierte Lakunen; ebenso bleibt bei Behandlung des Zahnbeines durch Säuren eine wirre Masse von Röhren zurück, welche nichts anderes als die Wände der Zahnkanälchen sind (die Zahnscheiden von Neumann).

II. ABSCHNITT.

Die Zähne im allgemeinen.

Die Bedeutung der Zähne.

Die Zähne haben die Aufgabe — soweit dies die kauenden Vertebraten betrifft — die aufgenommene Nahrung zu zerkleinern, dieselbe zur Einspeichelung und zur Deglutition vorzubereiten; beim Menschen bilden die Zähne außerdem noch wichtige Organe für das Sprechen und die Aussprache. Die Verdauung erfordert gewissermaßen einen chemischen Prozeß, der erst dadurch zur richtigen Wirkung gelangt, sobald die Speisen durch die Zähne genügend zerkleinert worden sind. Es ist ja möglich und sogar tatsächlich, daß auch ungekaute Speisen verdaut werden; fleischfressende Tiere z. B. zerkleinern ihre Nahrung nie oder nur in geringem Grade, sie zerreißen sie zu Stücken von solcher Größe, daß die Bissen ohne Beschwerden geschluckt werden können. Die Vögel besitzen, wie wir schon gesehen haben, überhaupt keinen Kauapparat und haben dafür den Kropf und den Magen; dafür sind eben die Verdauungssäfte bei diesen Tieren so stark, daß sie den Kauapparat ersetzen können; ein Raubvogel z. B. ist deshalb imstande, nach und nach einen festen Knochen zu verdauen. Im menschlichen Körper liegen aber andere Verhältnisse vor, und die Nahrung muß, bevor sie verschluckt wird, genügend gekaut und eingespeichelt sein, so wie zu einem Bissen (Bolus) geformt werden, um durch die Speisewege in den Magen geführt und dort verdaut zu werden. Man weiß, daß saure Ausscheidungen durch Alkalien entstehen und alkalische durch Säuren. Der Magensaft ist sauer und der Speichel schwach alkalisch; deshalb ist die Vermischung des gekauten Bissens mit Speichel notwendig, damit letzterer durch seine alkalische Reaktion die Magenwände reizt, daß sich gewisse Ausscheidungen entwickeln können. Die chemische Einwirkung des Speichels auf stärkehaltige Speisen ist nur unbedeutend, der Speichel soll jedoch dazu beitragen, den Bissen die nötige rundliche oder ovale Form zu geben, damit sie sich verschlucken lassen. Die Zähne spielen also auch bei der Einspeichelung eine wichtige Rolle.

Bei den niederen Vertebraten, ebenso auch bei vielen Säugetieren haben die Zähne außer ihrer Hauptfunktion, die Nahrungsstoffe für die Verdauung zuzubereiten, noch viele andere Dienste zu verrichten. Die Eckzähne, namentlich die stark ausgebildeten Formen, sowie die Hauer des Ebers, die Stoßzähne des Elefanten sind mehr

oder weniger eine mächtige Waffe bei Kämpfen der Tiere um ihre Beute oder bei geschlechtlichen Streitigkeiten im Kampfe um das Weibchen; sie dienen auch als Werkzeuge beim Bau ihrer Wohnungen oder als Unterstützung bei der Fortbewegung des Körpers (Walroß). Eine besondere Funktion haben die Zähne mancher Tiere, um zu verhindern, daß der geschluckte Bissen eine rückgängige Bewegung nach der Mundhöhle macht (vgl. *Testudo* im nächsten Kapitel). Durch alle diese mannigfachen Funktionen der Zähne erhalten letztere eine ganz besondere Bedeutung im Tierreich.

Das Vorkommen der Zähne.

Während beim Menschen und den höheren Vertebraten das Vorkommen von Zähnen sich auf Ober- und Unterkiefer beschränkt, kann bei den niederen Wirbeltieren, besonders den Fischen, die ganze Rachenhöhle und alle darin befindlichen Organe: Gaumenbein, Zwischenkiefer, Pterygoid, Vomer, Pharynx, Kiemenbögen, seltener Sphenoid und Jugulare, mit Zähnen bewaffnet sein. Die Verbreitung der Zähne über die einzelnen Knochen ist sehr unbestimmt, so daß bei verschiedenen Arten ein und derselben Gattung bedeutende Schwankungen vorkommen, besonders hinsichtlich der Gaumenknochen und der Zunge, während die Kiefer und die Pharynxknochen meist innerhalb der Gattungen und oft auch innerhalb der Familien regelmäßig bewaffnet sind.

Bei den **Fischen**, wo die Zähne den verschiedensten Zwecken dienen, ist die Bewaffnung der Mundhöhle eine äußerst mannigfache. So ist bei *Pristis* die schwertförmig verlängerte Schnauze seitlich mit einer Reihe dornartiger Zähne besetzt; bei *Sargus* und *Chaetodon* hat die Bezahnung manche Aehnlichkeit mit verschiedenen Säugetieren (Nagern, Marsupialiern), bei denen die Zähne, wenn auch nicht zum Kauen, so doch zum Abbeißen gebraucht werden. Bei *Chrysophris* sind die Kieferränder, der Boden und die Decke der Mundhöhle mit niedrigen abgerundeten Zähnen gewissermaßen gepflastert und dienen diesem Tier offenbar zum Zerdrücken der Nahrungsstoffe, analog den Pharyngealzähnen mancher Fische und bei *Testudo*. Diese Zähne haben eine den Backzähnen der Säugetiere ähnliche Form (namentlich bei den *Cyprinoiden*), fungieren aber doch nur zum Zerdrücken oder zur gröblichen Zerkleinerung der geschluckten Beute. Bei den Fischen kommen, wie schon bemerkt, die Zähne auf allen Knochen der Mundhöhle vor. Außer den Kiefern, von denen der Oberkiefer in seltenen Fällen Zähne trägt (und dann nur bei den *Salmoniden, Clupea, Muraenophis* u. a.), sind die Palatina, der Vomer, das Hyoid, die Kiemenbögen, bisweilen die Pterygoide, das Sphenoid (wie z. B. bei *Sudis*) und die Pharyngealknochen mit Zähnen besetzt. Bei den *Selachiern* beschränkt sich die Bezahnung auf Ober- und Unterkiefer. Bei diesen Fischen, zu welchen die Rochen, Haie u. a. gehören, stehen die Zähne in mehreren Reihen hintereinander; die der hinteren Reihe sind umgelegt und dienen zum Ersatz der vorderen.

Die **Amphibien** sind zum Teil zahnlos, wie die *Bufoniden*, zum Teil haben die Zähne, welche die Kiefer besitzen, eine derartige Form, daß sie nur zum Festhalten der Beute oder als Waffe, wie bei den Reptilien, brauchbar sind. Die *Batrachier* haben stets im Ober-

kiefer und am Gaumen Zähne, einige Arten sind zahnlos; am Vomer stehen hakenförmige Zähne in einfacher Reihe.

Bei den **Reptilien** sind nur die *Chelonier* zahnlos, obschon die Gattung *Testudo midas* eine Art Pharyngealzähne besitzt. Zähne sind sonst in der Regel auf die Kiefer beschränkt und kommen nicht auf anderen Teilen des Mundes und so zahlreich, wie bei den Fischen, vor. In einigen Fällen zeigen sich Zähne auf Pterygoid und Gaumenknochen *(Ophidier)*. Bei den Giftschlangen trägt der Oberkiefer vorn jederseits den langen Giftzahn; während der Oberkiefergaumenapparat eine doppelte Reihe Zähne besitzt, bilden letztere im Unterkiefer eine einfache Reihe. Auch im Zwischenkiefer können, wie bei *Python,* Hakenzähne vorkommen.

Bei den jetzt lebenden **Vögeln** fehlen Zähne vollständig, und der hornartige Schnabel mit dem drüsigen Vormagen verrichtet die Funktionen der Zähne.

Die **Säugetiere** besitzen ausschließlich Kieferzähne. Gänzlicher Mangel der Zähne ist in Ausnahmen bei *Myrmecophaga, Manis, Echidna* beobachtet worden, und die *Bartenwale* haben wenigstens im fötalen Zustande Zähne; auch die *Cetaceen* weisen ein unvollständig bezahntes Gebiß auf.

Die Anordnung der Zähne.

Als normal gilt für alle Tierklassen eine ausgesprochen symmetrische Anordnung der Zähne in einer oder in mehreren Reihen. Asymmetrien kommen in einigen Fällen vor, sind dann aber, wie beim Menschen, als Anomalie zu bezeichnen. Beim *Monodon* sind nur in der Jugend zwei lange Stoßzähne vorhanden, von denen aber nur ein solcher Zahn bei erwachsenen Tieren persistiert, während der andere — links- oder rechtsseitige — verkümmert. Auch durch Zufall kann ein Zahn in einer Reihe fehlen, dafür aber auf der anderen Seite vorhanden sein, wie der kleine sogenannte Kornzahn bei den Feliden, der 1. Prämolar bei den Karnivoren. Gegen die Medianlinie des Rachens sind die Zähne symmetrisch in paarigen Reihen gruppiert; es findet sich aber in sehr seltenen Fällen im Kiefer der Fische ein unpaarer Zahn auf der Medianlinie, ebenso am Gaumen, wo auch eine unpaare Mittelreihe vorkommen kann. Bei ganz kleinen Formen, wo die Zahl der Zähne ins Unbestimmte sich steigert, wie bei den Bürsten-, Hechel- und Sammetzähnen verschiedener Fische und Batrachier, zeigt sich die reihenweise Anordnung nicht mehr, und die Zähne stehen dicht gedrängt und unregelmäßig haufen- oder streifenweise beieinander. Bei der Anordnung in regelmäßigen Reihen verlaufen letztere der Medianlinie des Rachens parallel in gerader oder gebogener Richtung, nach vorn oder hinten konvergierend oder quer gegen die Medianlinie. Stehen die Zähne in Quer- und Längsreihen zugleich, so alternieren sie öfters in den einzelnen Reihen und erscheinen in sogenannter Fünfform *(Quinkunx)*. Während diese Variationen der Zahngruppierung eigentlich nur bei den Fischen beobachtet werden, kommen bei den höheren Vertebraten und namentlich den Säugetieren nur einfache Längsstreifen in jedem Kiefer vor; bei den Amphibien aber gleichzeitig noch Gaumenlängsstreifen und Haufen.

Die Zahl der Zähne.

Die Zahl variiert hauptsächlich bei den niederen Vertebraten und besonders bei den Fischen, wo sie, wie schon bemerkt wurde, in das Ungewisse bezw. Unzählbare sich steigern kann. Die *Cyklostomen*, die keine Kiefer besitzen (Fig. 44), haben am Gaumengewölbe und am Boden der Mundhöhle (Zunge) Hornzähne, während echte Zähne fehlen. *Ctenodus, Ceratodus* (Fig. 65) u. a. besitzen einen großen Zahn jederseits oben und unten; die *Chimären* (Fig. 58) zwei untere und vier obere Zahnplatten auf den Kiefern. Unter den *Ganoiden* hat der Stör einen zahnlosen Mund, sobald das Tier erwachsen ist. Ob eine oder mehrere Reihen jederseits sich vorfinden, so kann in jeder derselben die Zahl der Zähne auf 4—50 und darüber sich steigern; entweder bleibt eine bestimmte Zahl in allen Reihen die gleiche, oder die Zahl ist bald in der oberen, bald in der unteren Reihe größer; bald sind die Gaumenreihen, bald die Kieferreihen zahlreicher bezahnt. Die einfachen Kieferreihen und Gaumenreihen besitzen nur selten über 100 Zähne oder darüber, im allgemeinen bewegt sich die Anzahl darunter. Nur die kleinen bürstenförmigen Gaumenzähne einiger Batrachier, sowie die Zahnzahl bei streifen- oder haufenartiger Gruppierung sind unzählbar, zum mindesten gilt die Zahl als unbestimmt.

Erst bei den Säugetieren erhält die Zahl der Zähne eine höhere Bedeutung, hier ist nicht nur die Zahl beschränkt, sondern auch das Vorkommen der Zähne in der Mundhöhle, indem nur die Kiefer bezahnt sind. Kein Tier dieser Klasse zählt 100 in einer Reihe, wie bei den Fischen. Die höchste Zahl weist der *Delphinus longirostris* auf (Fig. 165), der bis zu 60 Zähnen jederseits oben und unten besitzt. Die Familie der Delphine hat überhaupt die höchsten Zahlen in dieser Beziehung, und nur die Cingulaten haben eine annähernd so reichhaltige Bezahnung; *Dasypus gigas* weist an 100 Zähne auf. Sonst sind in allen anderen Ordnungen der Säugetiere beschränkte Zahlen für das Gebiß regelmäßig, und die typische Zahnformel aller Tiere dieser Klasse schließt 44 Zähne als Maximum in sich, während das Minimum 20 beträgt. Giebel stellt für verschiedene Ordnungen der Säugetiere folgende Zahlenverhältnisse für die permanente Bezahnung auf: *Sus* = 44; *Tapirus* = 44; *Canis* = 42; *Ursus* = 42; *Viverra* = 40; *Equus* = 40; *Hippopotamus* = 40; *Vespertilio murinus* = 38; *Platyrrhini* = 36; *Rhinoceros* = 36; *Lemuridae* = 34; *Pteropus* = 34; *Hyaena* = 34; *Catarrhini* = 32; *Ruminantia* = 32; *Felis* = 30; *Lepus* = 26; *Dinotherium* = 22; *Mastodon* = 20.

Die Milchzahnreihe gestaltet sich bei den gleichen Tieren folgendermaßen: *Equus* = 32; *Ruminantia* = 32; *Tapirus* = 30; *Canis* = 28; *Hyaena* = 28; *Viverra* = 28; *Ursus* = 28; *Lepus* = 28; *Sus* = 28; *Felis* = 26; *Platyrrhini* = 24; *Lemuridae* = 24; *Hippopotamus* = 24; *Rhinoceros* = 24; *Catarrhini* = 20; *Pteropus* = 20; *Vespertilio murinus* = 20; *Dinotherium* = 16; *Mastodon* = 16.

Der Mensch besitzt im permanenten Gebiß = 32 Zähne, das Milchgebiß weist 20 auf.

Die Form der Zähne.

Wie schon erwähnt wurde, zeigt das Gebiß der Vertebraten nach den physiologischen Funktionen bei den einzelnen Ordnungen die mannigfaltigsten Formen, je nachdem die Tiere die Zähne zum Zer-

kleinern der Nahrung oder nur zum Ergreifen der Beute und Festhalten derselben, zu geschlechtlichen Kämpfen u. dgl. gebrauchen. Für alle diese Funktionen und für die verschiedene Lebensweise der einzelnen Tiere haben die Zahnformen ihre entsprechenden charakteristischen Merkmale.

Zum Festhalten oder Ergreifen des Bissens sind die langen, kegelförmigen Zähne bestimmt, welche gerade, gekrümmt, hakig, mehr oder weniger zusammengedrückt sind oder auch eine spitze oder schneidende Kronenkante besitzen.

Zähne, die zum Ablösen festsitzender Gegenstände u. dgl. dienen, sind meißelförmig zugeschärft, spitz- und scharfzackig, während stumpfhöckerige, flache Kronen zum Zermalmen und Zerreiben der festen Nahrung bestimmt sind.

Die Verschiedenheit der Formen wird noch vermehrt durch die fossilen Fische: die ungeheuren Dolchzähne (Dendrodus); die vielspitzigen Platten (Cladodus, Fig. 53); die halbkugeligen Sockel (Sphaerodus, Fig. 63); große gebogene aufgerollte Platten (Cochliodus, Fig. 46); meißelartige Vorderzähne neben der Gaumenbepflasterung (Pyknodonten, Fig. 59).

Die Zahnformen sind nicht immer gleichartig in demselben Munde, — wie auch beim Menschen — es können stumpfhöckerige, spitzzackige, meißelförmige und kegelförmige nebeneinander gruppiert sein, ebenso können einzelne Zähne durch Abnutzung mit der Zeit ihre Form ändern.

Die ursprüngliche Form aller Zähne ist die Kegelform, aus welcher sich alle anderen Formen differenziert haben. Die Kegelform, in ihrer einfachsten Bildung, ist am meisten bei den niederen Vertebraten vertreten; die **Fische** zeigen die größte Variation der Kegelform. Die Kegel sind oft so klein gestaltet, daß sie mit bloßem Auge kaum erkennbar sind und erst durch das Gefühl mit den Fingerspitzen wahrgenommen werden; wenn so kleine winzige Kegel von schlanker gleichmäßiger Form in Reihen oder Haufen dicht gedrängt beieinander stehen, so nennt man solche Gebilde Sammetzähne (wie bei Perca); sind die einzelnen Kegel länger und sehr schlank, so spricht man von Bürstenzähnen (wie bei Silurus); sind die Kegel stärker ausgebildet und scharfspitzig, so sind es Hechelzähne (Esox); wachsen solche Zähne in die Länge, ohne an ihrer Breite zuzunehmen, wobei sie gleichzeitig biegsam werden, so sind das Borstenzähne (bei vielen Siluriden). Alle diese Formen sind oftmals in demselben Munde vereinigt und nicht selten mit einzelnen oder ganzen Reihen stärkerer Kegelzähne zusammen als sogenannte Fangzähne vorhanden; diese sind in der Regel am Kieferrande befestigt, wo sie die anderen Zähne beträchtlich überragen.

Die stark komprimierten Kegelzähne wandeln sich häufig in pflasterförmige (Raja) oder schneideförmige Zähne um (Zahnplatten der Chimären, Fig. 58), deren Schneide mehr oder weniger scharf gezackt oder gezähnelt erscheint; oder die Kegelform geht in die zylindrische oder kugelartige Gestalt über; die Zwischenform der letzteren bilden die keulenförmigen Zähne mit stumpfer oder scharfer Spitze in der Mitte; aus der halbkugeligen Kegelform entsteht durch Kleinerwerden der sogenannte Kornzahn; gehen diese Formen in bohnen- oder pflasterartige Gestalt über und sind reihenweise gruppiert, so werden Pflasterzähne gebildet.

Als seltenes Vorkommen ist die Vereinigung der flachen und spitzkegeligen Form in einem und demselben Zahne zu betrachten, wie solche an den Pharyngealzähnen einiger Cyprinoiden beobachtet wird, wo ein scharfer Haken aus dem Rande der Kaufläche sich erhebt. Bei den Siluriden tragen die breiten flachen Zähne in der Mitte einen scharfspitzigen Kegel.

Bei den **Amphibien** und **Reptilien** vermindert sich neben der ungeheuren Zahl der Zähne auch die Mannigfaltigkeit der Formen; die Kegelform ist auch hier vorherrschend. Sammet- und Bürstenzähne kommen nur noch am Gaumen einiger Amphibien vor; die längsten Kegel zeigen die Ophidier, während alle anderen Kegelformen bald schlanker oder plumper, gerade oder gekrümmt, mit glatter, gestreifter, gerippter oder gekanteter Oberfläche vorkommen. Die Kanten sind entweder abgerundet oder scharf und gekerbt. Auch die Zylinderform kann durch Verdickung keulenartig oder durch außerordentliche Kompression plattenartig werden. Höckerzähne oder sonst zusammengesetzte Kegelformen kommen bei diesen beiden Klassen im allgemeinen nicht vor. Ebenso herrscht hier eine größere Uebereinstimmung der Form in demselben Rachen, wie dies bei den Fischen als typisch vorkommt. Bei den fossilen Reptilien zeigen die Kegelzähne arge Differenzen. Die Zähne sind teils gerieft (Nothosaurus) oder mit Kanten versehen (Pythonomorpha). Von den Dinosauriern sind die Zähne der karnivoren Gruppe seitlich abgeflacht und kantig, die der herbivoren oft blattförmig.

Die **Säugetiere** zeichnen sich, bis auf einige Ausnahmen unter den Cetaceen und Edentaten, durch eine regelmäßige Bezahnung aus bezw. mehr einheitliche Zahnformen. (Die Delphine haben spitzkegelförmige, die Cingulaten und Faultiere stumpfkegelige oder zylindrische Zähne.) Die Form der Zähne ist je nach ihrer Stellung im Kiefer eine ganz bestimmte, und die Zähne werden als Schneidezähne, Eckzähne, Backzähne oder Prämolaren, Mahlzähne oder Molaren unterschieden. Bei den einzelnen Tierordnungen kommen noch andere Zähne hinzu: Fangzähne, Stoßzähne, Hauer; ferner die Lückenzähne, Reißzähne und Höckerzähne der Raubtiere.

Die Schneidezähne, auch Vorderzähne, *Dentes incivi* (I.) genannt, entsprechen nicht immer dieser Bezeichnung, insofern „Schneidezähne" nicht immer eine schneidende Form zeigen und „Vorderzähne" nicht immer vorn im Kiefer stehen (beim Walroß sind eigentlich die Stoßzähne die vorderen), oder wo bei fehlenden unteren Schneidezähnen die Eckzähne und Prämolaren ganz nach vorn rücken und dann richtige Vorderzähne sind. Die Schneidezähne sind auf dem Praemaxillare gruppiert und meist von meißelförmiger, schneidender Form, breiter oder schmäler; scharfspitzig und selten stumpfzylindrisch oder eckzahnartig, wie beim Kamel, oder zu Stoßzähnen von enormer Größe entwickelt wie im Oberkiefer des Elefanten und Mastodon, oder im Unterkiefer des Dinotherium. Beim Unterkiefer, wo kein Praemaxillare existiert, bezeichnet man als Schneidezähne diejenigen Zähne, welche auf dem Symphysenteile stehen und den oberen Schneidezähnen in Form und Stellung entsprechen. Bei den Fischen unterscheidet man diese vorderen Zähne nur dann als Schneidezähne, wenn ihre Form meißelförmig ist, wie bei Sargus. Bei den Rodentien, welche die härtesten Gegenstände langsam zernagen, sind

die Schneidezähne sehr scharf meißelförmig, bedeutend verlängert und etwas gekrümmt. Die Stoßzähne des Elefanten und des Narwal sind differenzierte Schneidezähne. Die Schneidezähne sind bei den Säugetieren nicht immer vorhanden. Bei den Wiederkäuern fehlen sie im Zwischenkiefer, ebenso im Unterkiefer des Elefanten und viele Edentaten haben überhaupt keine. In ihrer Zahl sind sie bald im Oberkiefer, bald im Unterkiefer gleich oder ungleich, die Anzahl übertrifft aber nie die der Prämolaren und schwankt für jede Reihe von 1 bis 4.

Eckzähne, *Dentes caninii* (C), bei vielen Säugern (wie Hund, Pferd) auch Hakenzähne genannt, nennt man den den Schneidezähnen jederseits folgenden, auf der Grenze zwischen Oberkiefer und Praemaxillare eingekeilten kegelförmigen Zahn, der meist etwas vorspringt und länger ist als alle anderen Zähne. Der Eckzahn fehlt oftmals und ist jederseits nur einer in den beiden Kiefern vorhanden. Im Unterkiefer ist die Form und die dem oberen Eckzahn entsprechende Stellung bestimmend. Bei den Delphinen, wo die Zähne analog den Krokodilen und verschiedenen Fischen von übereinstimmender Kegelform sind, kann der Eckzahn als solcher nicht mehr unterschieden werden. Die bei den Fischen durch ihre beträchtliche Größe und Dicke ihrer Kegelgestalt hervorrageneдn Eckzähne werden als Fangzähne von den übrigen des Mundes unterschieden.

Die kleinen Backzähne oder Prämolaren, *Dentes praemolares* (P.) der Säugetiere beginnen hinter den Eckzähnen und sind alle von übereinstimmendem 2—3-höckerigem Typus; sie haben einfachere Form als die Molaren und ähneln, von der Bukkalseite aus gesehen, den Eckzähnen.

Die großen Backzähne oder Mahlzähne, Molaren, *Dentes molares* (M.), folgen den Prämolaren und nehmen die hinterste Stelle in den Kiefern ein; sie haben 4—5 und noch mehr Höcker und mehr Zacken als die Prämolaren, sowie Falten auf der Kaufläche und sind breiter und komplizierter geformt. Leche faßt die Backzähne resp. alle vor den Molaren stehenden Zähne als Antemolaren zusammen.

Bei den karnivoren Raubtieren nennt man die Prämolaren auch Lückenzähne, *Dentes spurii.* Der letzte Prämolar des Oberkiefers und der erste Molar des Unterkiefers wird als Fleisch- oder Reißzahn, *Dens lacerans s. sectorius* bezeichnet. Die Reißzähne greifen beim Beißen scherenförmig ineinander. Am schwächsten entwickelt sind die scharfkantigen komprimierten Lückenzähne, während die mehrwurzeligen Molaren stumpfhöckerige Kronen besitzen und an Größe und Zahl variieren. — Das Gebiß ist ein geschlossenes, wenn die Abstände zwischen den Zähnen gleichmäßig sind oder wenn die Zähne (wie beim Menschen) sich gegenseitig berühren. Bei Größenzunahme der Eckzähne entsteht meist eine Lücke — Diastema — oben zwischen I. und C., unten zwischen C. und P. Durch Ausfall von Zähnen, oder durch Verlängerung des Gesichtsschädels (Equus) kann diese Lücke ganz bedeutend groß werden.

Die Form der Zähne steht in naher Beziehung zur Zahl derselben. Die frühesten Säugetiere haben bei sehr einfachen Zahnformen Zähne in großer Anzahl besessen und einzelne Zähne haben sich auch voneinander nicht so wesentlich unterschieden. Derartige Zähne sind auch heute noch vorhanden, jedoch nur bei solchen Tieren, die mehr oder weniger Wasserbewohner sind, wie die Wale, welche sich wahr-

scheinlich aus quadrupeden Landtieren entwickelt haben. Einzelne dieser Tiere haben, wie schon im vorigen Kapitel beschrieben wurde, 100 und noch mehr sehr einfach geformte Zähne. Die Spezialisierung der Zahnformen ist wahrscheinlich nur allmählich erfolgt und die reichbezahnten Gebisse sind immer weniger vorhanden. Während im Laufe der Zeit viele Zähne durch Reduktion aus dem Gebisse verschwinden, entwickeln sich wieder andere um so stärker. Was durch den Rückgang der Zahl verloren gegangen ist, ist (wie beim Menschen) durch hochspezialisierte Formen ersetzt worden.

Ursprung der Zahnformen.

Als Grund- oder Urform aller Zähne ist die einfache Kegelgestalt anzusehen oder der sogenannte haplodonte Typus; eine einzige Krone mit einfacher verlängerter Wurzel, wie bei den Zahnwalen. Aus dieser einspitzigen Form haben sich später die komplizierteren Zähne differenziert.

Im allgemeinen lassen sich die Vertebraten in bezug auf ihre Bezahnungsform in zwei Gruppen teilen: Homodonten und Heterodonten. Man nennt ein Gebiß homodont, wenn, wie bei den niederen Vertebraten und einzelnen Säugetieren (Cetaceen, Edentaten) die Zähne gleichartig gestaltet sind oder im wesentlichen die ähnliche Form besitzen. Beim heterodonten Gebiß, wie es bei den Säugetieren und besonders beim Menschen vorhanden ist, werden die Zähne nach ihrer Differenzierung in verschiedene Gruppen, als Schneide-, Eck- und Backzähne unterschieden. Das heterodonte Gebiß ist phylogenetisch aus dem homodonten Typus hervorgegangen.



Fig. 8. **Grundtypen der Zahnformen.** *a* haplodont, *b* protodont, *c* trikonodont, *d* trituberkular, *e* multituberkular.

Nach phylogenetischen und morphologischen Gesichtspunkten unterscheidet man nach Cope und Osborn vier Gruppen von Zahnformen (Fig. 8).

I. Der **haplodonte Typus** zeigt die einfachste, primitive, konische Form der Krone, einfache Wurzel, welche sich wenig deutlich von der ebenso einfachen Krone abgrenzt. (Die Kegelzähne der Zahnwale, die meisten Reptilien. Bei den Zahnwalen ist dieser Typus aber als eine Erscheinung von Rückbildung zu betrachten).

II. Der **protodonte Typus** charakterisiert sich durch eine Krone von einfacher Kegelform; die Krone ist der Hauptkegel und zeigt vorn und hinten noch je eine kleine Nebenzacke, ein akzessorisches Höckerchen; die Wurzel ist einfach, aber leicht rinnenförmig vertieft, als erstes Anzeichen einer späteren Teilung. (Die ältesten fossilen Marsupialier, Dromatherium, Microconodon.)

III. Der **trikonodonte Typus** weist eine verlängerte dreispitzige Krone auf mit einem mittleren Hauptkegel und einem vorderen und hinteren Nebenkegel. Diese letzteren sind länger als bei der protodonten Form, treten in der Größe aber immerhin vor dem zentralen Kegel zurück; die Wurzel beginnt sich zu teilen oder sie ist bereits zweifach. (Mesozoische Beuteltiere, Triconodon.) Vermehren sich die Nebenspitzen und ist die Wurzel deutlich geteilt, so entsteht der zeuglodonte Typus, wie ihn ein Teil der zoologisch ältesten Walfische zeigt.

IV. Der **trituberkulare Typus**, der Ausgangstypus der Backzähne der meisten Mammalier, zeichnet sich durch dreispitzige Kronen mit drei Hauptkegeln aus; der mittlere Kegel liegt nicht mehr in einer Linie mit den beiden Seitenkegeln, sondern ist im Oberkiefer

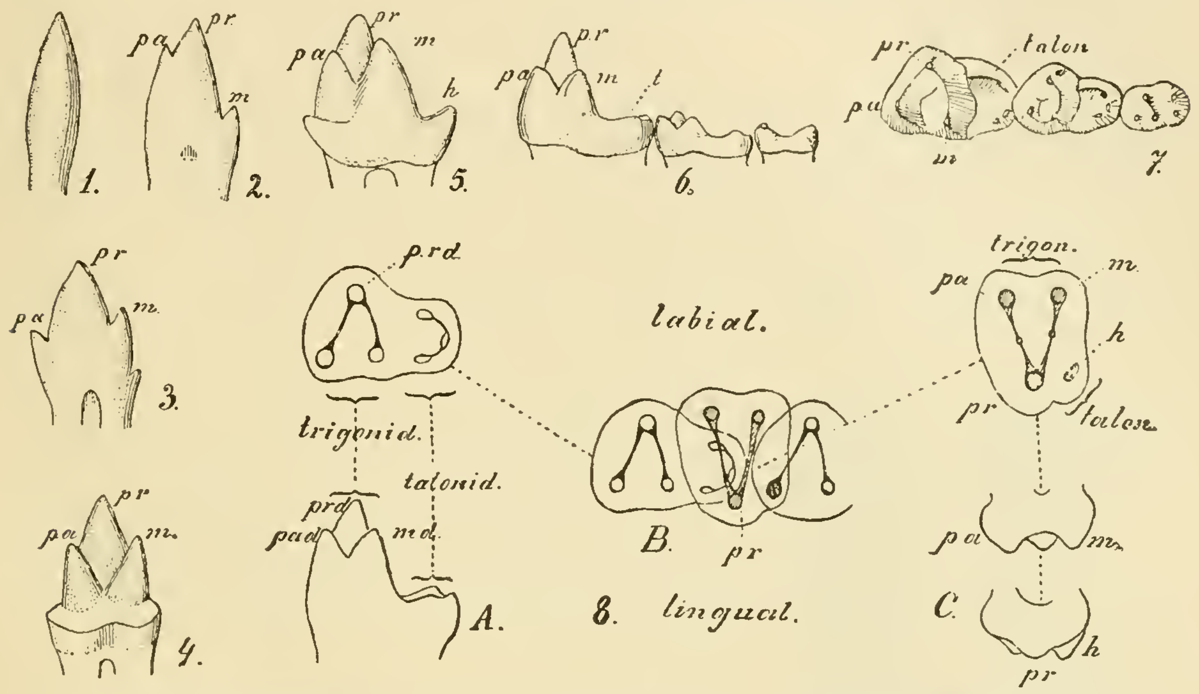


Fig. 9. **Entwicklung des trikonodonten** (2, 3), **trigonodonten** (4, 5) und **tuberkulo-sektorialen** (6, 7) **Zahnes aus dem haplodonten** (1) **Typus.** 1. Haplodonter Reptilienzahn, 2. Dromotherium, 3. Microconodon, 4. Spalacotherium, 5. Amphitherium, 6. Miacis von der Seite und 7. von der Kaufläche, 8. trituberkulare Modaren im Oberkiefer (C), im Unterkiefer (A) und ihre gegenseitige Lage (B). Nach Osborn.

nach innen, bei den unteren Molaren nach auswärts gerückt; die Wurzel ist zwei- bis dreiteilig. (Mesozoische Beutler, Spalacotherium, Asthenodon.) Solche Zähne, die zwei bis drei Wurzeln besitzen, haben nur noch wenige lebende Säugetiere, wie die Opossums (Didelphys), wohl aber gab es derartige Zähne bei mesozoischen und eozänen Formen, wie die Trituberculata und viele der geologisch ältesten Raubtiere und Ungulaten.

Aus dem Tuberkulartypus gehen nun durch Hinzutreten neuer Kegel verschiedene Untertypen hervor.

Der quadrituberkulare Typus (wie bei den Affen und beim Menschen) entsteht bei den *oberen Molaren* durch Bildung eines vierten Kegels, der aus dem ursprünglichen Basalhöcker hervorgeht. Bei Bunodonten bleiben die vier Höcker isoliert, bei Lophodonten sind die zwei äußeren Höcker durch eine Außenwand miteinander ver-

bunden, ebenso der vordere äußere Höcker mit dem vorderen inneren und der hintere äußere mit dem hinteren inneren durch Querjoche vereinigt, die durch ein nach innen offenes, querliegendes Tal voneinander getrennt sind. Fast alle herbivoren und omnivoren Säugetiere zeigen den quadrituberkularen Typus. Bei den *unteren Molaren* wird die Krone breiter, der vordere Hügel ist verkümmert und nur noch vier Höcker vorhanden; die zwei hinteren Kegel erreichen die gleiche Höhe mit den zwei vorderen. (Ungulaten, Rodentien, herbivore Marsupialier.)

Der quinquetuberkulare Typus zeigt sich bei den *oberen Molaren* durch Hinzutreten von zwei meist kleinen Zwischenkegeln zwischen den inneren und den beiden äußeren Hügeln (Säugetiere aus dem Eozän von Nordamerika). Bei den *unteren Molaren* ist der hintere Höcker zweispitzig (Raubtiere).

Beim sexituberkularen Typus sind zwei Zwischenhöcker eingeschaltet.

Der multituberkulare Typus war schon bei den im Alttertiär ausgestorbenen Multituberkulaten vorhanden und läßt sich auf den trituberkularen Zahn zurückführen. Die Krone zeichnet sich durch zwei bis drei Längsreihen von Höckern aus, die konisch, halbmondförmig oder V-förmig gestaltet sind. (Fossile Allotherien, rezente Ornithorhynchiden.)

Der trituberkulosektoriale Typus charakterisiert sich dadurch, daß die drei Hügel durch Querkämme miteinander verbunden sind und noch ein vierter Hügel (Talon) hinzutritt. (Raubbeutler, Insektivoren, primäre Karnivoren.)

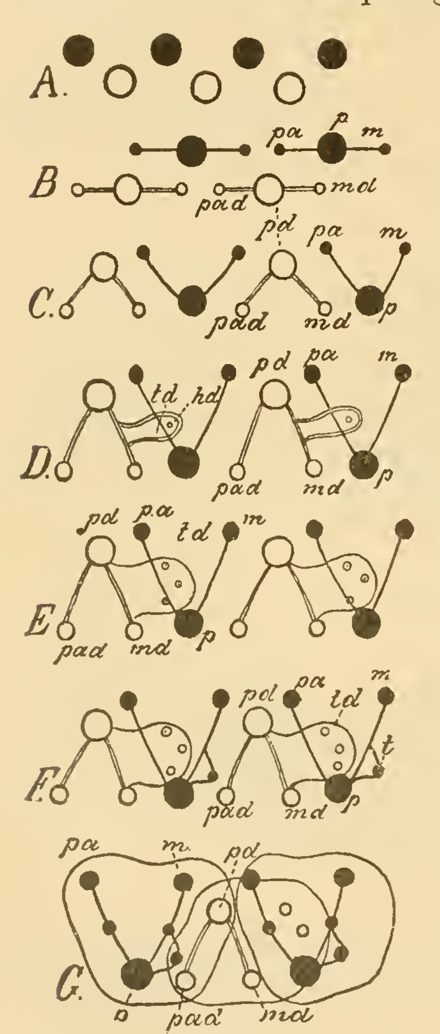


Fig. 10. **Gegenseitige Lage der oberen und unteren Zähne verschiedener Formen in schematischer Darstellung.** A haplodontes Gebiß, B trikonodontes *(Amphilestes)*, C trigonodontes *(Spalacotherium)*, D oben trigonodontes, unten tuberkulo-sektoriales mit Talonid *td* und Hypoconid *hd* (Jura), E dasselbe mit Zuahme des Talonid (obere Kreide), F dasselbe, aber oben mit Hypoconus (Eozän), G oben und unten sexituberkulares Gebiß. Die Oberkieferzähne sind voll schwarz angedeutet. Nach Osborn.

Ist die Zahnkrone niedrig und besitzen die Wurzeln demgemäß ein enges Foramen apicale, so bezeichnet man diese Zähne als brachydont (wie die Zähne des Menschen); ist die Krone aber hoch, zylindrisch gestaltet und zeigt einen weit geöffneten Wurzelkanal, so heißt ein solcher Zahn hypselodont (Zähne des Pferdes).

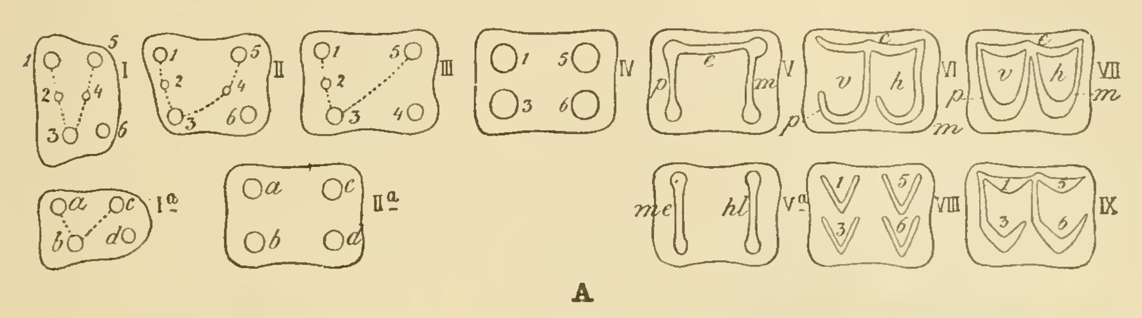
Bei den Backzähnen unterscheidet man in bezug auf die Kauflächenform vier Arten:

Die sekodonte Krone mit scharfen Spitzen und Kanten, wie bei allen Tieren, die ihre Nahrung nicht kauen (karnivore Raubtiere, Marsupialier, Insektivoren, Chiropteren).

Die bunodonte Krone ist mit rundlichen oder konischen Höckern besetzt und bei Frugivoren und Omnivoren, besonders bei den Ungulaten typisch.

Die selenodonte Krone hat zwischen den miteinander verwachsenen Höckern halbmondförmige Falten. Die Kämme und Joche verlaufen in der Längserstreckung des Zahnes (Artiodaktylen).

Die lophodonte oder zygodonte Krone (Jochzahn) ist bei den reinen Herbivoren charakteristisch. Die Höcker der breiten Kronen sind durch gerade Kämme und Schmelzjoche verbunden, die quer über den Zahn von der Außenseite nach der Innenseite laufen. Der Längskamm heißt Ektoloph, während die Querjoche mit Protoloph und Metaloph bezeichnet werden. Das ausgestorbene Lophiodon und der jetzt noch lebende Tapir, das Nashorn, sind die markantesten Vertreter dieser Kronenform, die Querjoche haben.



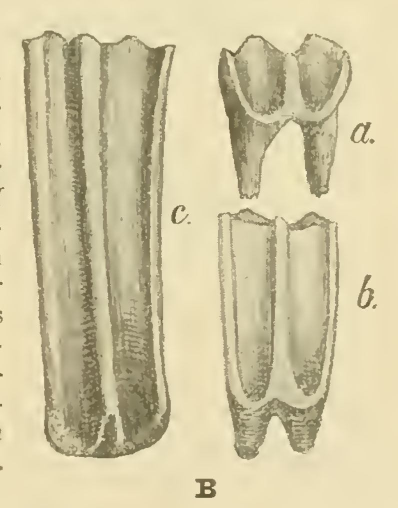


Fig. 11 A. **Schematische Darstellung der verschiedenen Zahnformen von der Kaufläche aus.** *I* oberer, *Ia* unterer Molar von *Euprotogonia*, *II* oberer sexituberkularer Molar, *IIa* quadrituberkularer unterer Molar, *III* dieselbe Form, der verschobene Metaconulus tritt an die Stelle des Hypoconus. *IV* bunodonter oberer Molar, *V*, *Va* oberer und unterer lophodonter Molar, *VI* oberer lophodonter Molar; Querjoche verschoben mit Ektoloph, *VII* Verschmelzung von Ektoloph und Querjochen ist vollständig: selenolophodont, *VIII* selenodonter oberer Molar, *IX* Paraconus und Hypoconus resp. Metaconulus bilden Außenwand. *1* Paraconus, *2* Protoconulus, *3* Protoconus, *4* Metaconulus, *5* Metaconus, *6* Hypoconus, *a* Protoconid, *b* Paraconid, *c* Hypoconid, *d* Hypoconulid, *e* Ektoloph (Außenwand), *h* Hintermarke, *hl* Hypolophid, *m* Metaloph, *me* Metalophid, *p* Protoloph, *v* Vordermarke. Nach M. Weber.

Fig. 11 B. *a* Brachydonter Backzahn von *Anchitherium*, *b* hypselodonter von *Hippotherium*, *c* prismatischer von *Equus*. Nach Gaudry.

Von diesen Typen gibt es Zwischenformen oder Kombinationen, wie Seleno-Bunodonten (Anaplotherium); Buno-Lophodonten (Halbaffen) u. a.

Von großer Bedeutung erscheint der Trituberkularzahn, welchen Cope bereits als den primitiven Typus für die oberen Molaren in Anspruch nahm. An diesem Zahn bildete sich bereits in der mesozoischen Periode der Gegensatz in die sektorialen und bunodonten Typen aus. Schon in der Tertiärzeit erscheint der Trituberkulartypus, durch Komplikationen verändert, durch Hinzutreten der verschiedenen Neben- und Zwischenhöcker (vgl. Fig. 9, 10, 11).

Entwicklung der Zahnformen.

Wie schon im vorigen Kapitel erwähnt wurde, ist das heterodonte Gebiß phylogenetisch aus dem ursprünglich homodonten hervorgegangen. Ueber die Entstehung der verschiedenen Zahnformen sind zwei Theorien aufgestellt: die Differenzierungs- oder Trituberkulartheorie und die Konkreszenz- oder Verschmelzungstheorie. Erstere beruht darauf, daß die Molaren und Prämolaren der Säugetiere sich aus dem einfachen Kegelzahn der Reptilien entwickeln, indem sich der Zahn auf Kosten der Nachbarzähne allmählich vergrößert und differenziert. Bei der Verschmelzungstheorie dagegen sollen die Multikuspidaten durch Verschmelzung einzelner Kegel bezw. deren Anlagen entstanden sein, während die Schneidezähne wahrscheinlich je aus einem Kegel hervorgegangen sind.

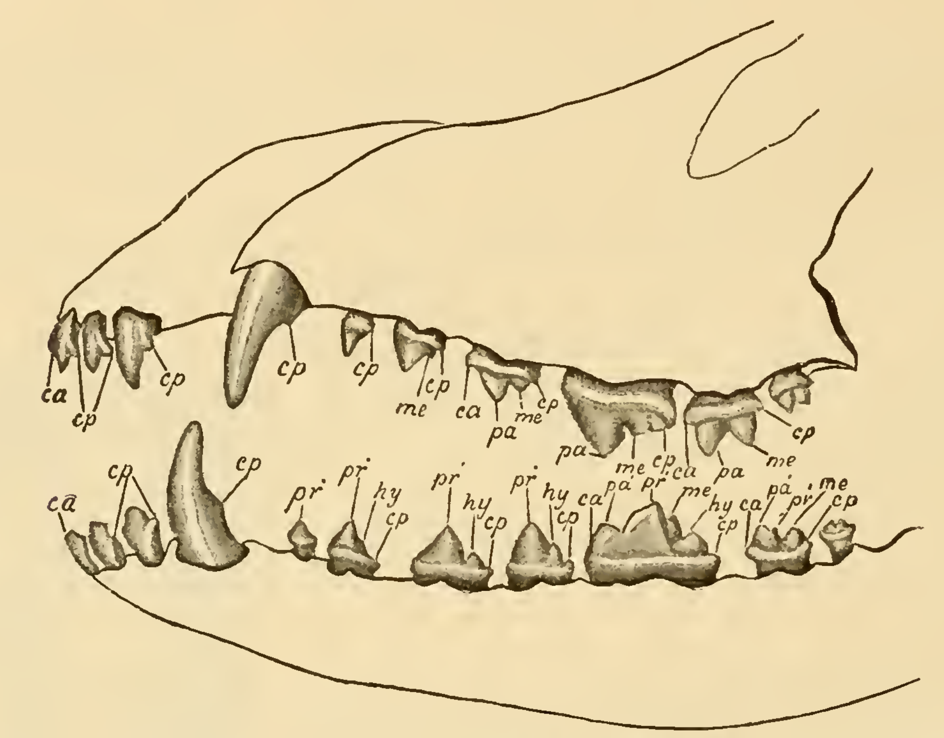


Fig. 12. **Permanentes Gebiß von *Canis familiaris*** (zur Demonstration der homologen Spitzen). *ca* vordere und *cp* hintere Cingulumspitze, *g* resp. *hy* Hypoconid, *me* Metaconus, *pa* Paraconus, *pa'* Paraconid, *pr* Protoconus, *pr'* Protoconid. Nach Tims.

Die Differenzierungstheorie wird hauptsächlich vertreten durch amerikanische Odontologen, wie Cope, Osborn, Wortman, und deutsche Forscher: Leche, Schlosser, Fleischmann, Adloff u. a., während für die Verschmelzungstheorie Kükenthal, Röse, Schwalbe, Talbot u. a. eintreten.

Die **Differenzierungs- und Trituberkulartheorie** wird folgendermaßen begründet:

Cope und Osborn waren es zuerst, die als Ausgangspunkt ihrer Beobachtungen und Studien Säugetiere aus den ältesten Perioden wählten, wie den mesozoischen Paralestes, das Dromatherium, den Amphilestes, das Sphalacotherium. Hiernach soll die Umformung eines einfachen Zahnes in der Weise vor sich gehen, daß zuerst zum primitiven Conus, dem *Protoconus*, in Form kleiner Zacken zwei seit-

liche, weniger bedeutende Kegel hinzutreten und zwar einer auf der Frontseite, der *Paraconus*; der andere auf der hinteren, bezw. auf der Rückseite, der *Metaconus*. Im Unterkiefer werden diese Kegel als *Protoconid*, *Paraconid* und *Metaconid* bezeichnet, überhaupt die *Coni* als *Conidi*. (Trikonodonter Typus).

Während beim Dromatherium die Zähne eine Reihe einfacher Kegel bilden und bei Amphilestes die zwei hinteren Zähne trikonodont sind (d. h. sie haben einen großen Zentralkegel, einen kleinen Kegel in der Front und einen dritten Kegel rückwärts), sind bei Spalacotherium diese drei Kegel, anstatt in einer Höhe zu stehen, zu einem Dreieck (Trigonum) zusammengedrängt, und zwar in der Weise, daß bei den Molaren des Oberkiefers zwei äußere und eine innere, beim Unterkiefer dagegen eine äußere und zwei innere Spitzen kommen. Im Oberkiefer liegt also die durch Paraconus und Metaconus gebildete Basis labial und die Spitze, der Protoconus, lingual, während im Unterkiefer das entgegengesetzte Verhältnis stattfindet. Hier liegt die Basis des Dreiecks — durch Paraconid und Metaconid gebildet — lingual und die Spitze, das Protoconid, labial. Eine kleine Modifikation dieses trituberkularen Typus, bei welcher die drei Höckerchen durch Leisten verbunden sind, wird von Rütimeyer als trigonodonte Form bezeichnet.



Fig. 13. **Milchgebiß von** ***Canis familiaris.*** Nach Tims.

Auf dieser Stufe ist der Trituberkularzahn fertig entwickelt, und die Zähne der beiden Kiefer alternieren miteinander analog den Delphinen, eine Anordnung, wie sie mit geringer Modifikation hauptsächlich den Säugetieren der früheren geologischen Perioden eigentümlich ist.

Von diesem Trituberkulartypus nun leiten die Anhänger der Differenzierungstheorie sämtliche Formen der Säugetierzähne ab.

Bei der nächsten Stufe der Trituberkularbildung kommt zum primitiven Trigonum eine neue hintere Spitze, der Talon, hinzu, der im Unterkiefer Talonid heißt, aus welchem an der hinteren Lingualseite ein zweiter Höcker, Hypoconus bezw. Hypoconid, entsteht. Auf diese Weise ist nun die weitverbreitete Form der vierhöckerigen Molaren zustande gekommen, welche durch kleine Nebenhöcker, Metaconulus und Paraconulus, sich weiter kompliziert. Im Unterkiefer kommen zwei neue Höcker hinzu, welche anfangs viel niedriger sind, als die drei vorderen Höcker, und mit dem gemeinsamen Namen Talon bezeichnet werden. Die nunmehr fünfhöckerige Krone nennt Cope *tuberkulo-sektorial.* Als Ursache für den Ueber-

gang des trikonodonten Typus in den trituberkularen wird einfach Kaudruck angegeben. Dieser Zahn war allgemein unter den Kreodonten und anderen Säugetieren aus den frühesten Perioden vorhanden. Entsprechend dem später auftretenden Talon bezw. Talonid, bezeichnet man den älteren Bestandteil als Trigon bezw. Trigonid. Das Talonid erhält zunächst eine äußere Zacke (Hypoconid), dann eine innere (Entoconid) und schließlich eine Zwischenzacke (Hypoconulid). Auf diese Weise hat sich eine Form von sechs Höckern gebildet, von denen der eine Teil (Protoconid, Paraconid, Metaconid) auf dem Trigonid, der andere (Hypoconid, Entoconid, Hypoconulid) auf dem Talonid sitzen.

Die Stufen des Trituberkulismus — ein Ausdruck, den zuerst RÜTIMEYER gebrauchte — für die Molarhöcker sämtlicher Säugetiere sind nach OSBORN bezw. TOPINARD folgende:

Obere Molaren.

Protoconus,	*pr.*	= antero-intern, medio-palataler Höcker	= vordere Innenspitze
Paraconus,	*pa.*	= antero-extern, medio-bukkaler Höcker	= vordere Außenspitze
Metaconus,	*me.*	= postero-extern, disto-bukkaler Höcker	= hintere Außenspitze
Protoconulus,	*pl.*	. . . .	= vord. Zwischenspitze
Metaconulus,	*ml.*	. . . .	= hint. Zwischenspitze
Hypoconus,	*hy.*	= postero-intern, disto-palataler Höcker	= hintere Innenspitze

Untere Molaren.

Protoconid,	*prd.*	= antero-extern, medio-bukkaler Höcker	= vordere Außenspitze
Paraconid,	*pad.*	= antero-intern, medio-lingualer Höcker	= vordere Innenspitze
Metaconid,	*med.*	= antero-intern, disto-lingualer Höcker	= vord. Zwischenspitze
Hypoconid,	*hyd.*	= postero-extern, disto-bukkaler Höcker	= hintere Außenspitze
Entoconid,	*end.*	= postero-intern	= hint. Zwischenspitze
Hypoconulid,	*hld.*	= postero-mesial	= hintere Innenspitze

Vgl. Tabelle von OSBORN bei den Ungulaten.

TOPINARD ist der Ansicht, daß der antero-externe Höcker sowohl bei oberen als bei unteren Molaren der Protoconus ist, und steht damit in Widerspruch zu OSBORN, und daß der postero-externe der Metaconus ist, da der Paraconus bei den Primaten nicht vorhanden ist und die beiden internen Höcker sekundäre Erwerbungen sind. TOPINARD konstatiert, daß in beiden Kiefern bei der Entwicklung der antero-externe Höcker zuerst erscheinen muß und lange Zeit dominiert, worauf der antero-interne und dann erst der postero-externe folgt, während der postero-interne viel später den Schluß macht.

Die Konkreszenz- oder Verschmelzungstheorie.

Diese Theorie basiert auf den Untersuchungen von KÜKENTHAL, welcher konstatierte, daß bei den Cetaceen, speziell den Bartenwalen, sowohl einfache als auch zusammengesetzte Zähne angelegt werden, von welchen die ersteren durch Zerfall der zusammengesetzten entstehen. Gleichzeitig mit der Verschmelzung der Zähne verlängert sich der Kiefer, wodurch die ursprünglich in trikonodontem Typus angelegten Zähne sich wieder in einzelne Coni trennen; bei eintretender Kieferverkürzung dagegen rücken die einfachen Zähne aneinander und verwachsen gruppenweise zu mehrhöckerigen Zähnen, d. h. den ursprünglichen Backenzähnen der Säugetiere. KÜKENTHAL äußert sich über den Ursprung der Säugetierzähne folgendermaßen: Das unterste Stadium, von dem wir auszugehen haben, sind die Fische und von diesen besonders die Haie; bei letzteren

sitzen die Zähne nicht nur auf den Kieferrändern, sondern sind über die ganze Körperoberfläche zerstreut, es sind Erzeugnisse der Haut von verhältnismäßig einfachem Bau. Sind die auf den Kiefern stehenden Zähne abgenutzt, so rücken von der Innenseite neue Zähne nach, um die ersten zu ersetzen. Dieser Ersatz ist ein unbegrenzter; die einzelnen Zähne sind durchaus noch nicht spezialisiert, ihre Menge ist dafür um so größer. Die zweite Stufe der Zahnentwicklung bieten die Amphibien und besonders die Reptilien. Von der Hautoberfläche sind in diesen Klassen die Zähne verschwunden und haben sich auf die Kiefer konzentriert. Auch der unbegrenzte Ersatz der abgenutzten Zähne ist eingeschränkt worden. Es finden sich nur noch einige wenige Reihen nach innen von der ersten. Mit der zunehmenden Spezialisierung, die besonders bei höheren Reptilien eintritt, nimmt die Zahl der Zähne ab. Es folgt nunmehr die dritte Stufe: die Säugetierbezahnung. Von den mehrfachen Reihen zeitlich aufeinander folgender Zahnserien, wie sie bei den Reptilien anzutreffen sind, sind durch ihre teilweise Verschmelzung nur noch zwei übrig geblieben: das Milchgebiß und das bleibende Gebiß resp. I. und II. Dentition, von welchen sich die letztere genau wie bei den Reptilien lingual von der ersten anlegt. Mit der nunmehr erfolgenden höheren Spezialisierung der Zähne, die sich den verschiedensten Funktionen anzupassen hatten, kam es zu einer Verminderung der Zahl.

Röse ist auch zu einer von der bisherigen abweichenden Anschauung über die phyletische Entwicklung der Zähne, zur Ueberzeugung gelangt, daß die Differenzierungstheorie keine Berechtigung hat und daß sowohl die Prämolaren wie die Molaren durch Verschmelzung mehrerer einfacher Kegelzähne entstanden sind. Er zeigt an mikroskopischen Schnitten zwei direkt nebeneinander liegende und schon teilweise verschmolzene Papillen. Auch daß die Zahnscherbchen allmählich durch Anlagerung von Schmelz miteinander Verwachsungen eingehen, deutet er als Verschmelzung der einzelnen Coni. Nach seinen bisherigen Untersuchungen mag Röse noch nicht entscheiden, ob alle Nebenhöcker an den Molaren der Säugetiere ursprünglich als getrennte Kegelzähnchen angelegt werden, oder ob auch ausnahmsweise wirkliche Aussprossungen in der Weise, wie Cope es annimmt, vorkommen.

Gänzlich von der Hand weisen läßt sich ein derartiger Vorgang nicht, z. B. im Hinblick auf die zweispitzigen Zähne der Amphibien. Röse glaubt jedoch annehmen zu dürfen, daß auch diese Zähne ursprünglich durch Verschmelzung von zwei einfachen Kegelzähnen entstanden sind. Es macht sich überhaupt schon frühzeitig in der Vertebratenreihe das Bestreben geltend, durch Verschmelzung von einzelnen Zähnen höher organisierte, mehr resistente Zahngebilde zu erzeugen.

Röse und andere Anhänger der Konkreszenztheorie führen zur Stütze ihrer Hypothese folgende sechs Thesen an: 1) Bei der ersten Anlage umwachsen die epithelialen Teile des Eckzahnes und der Molaren mehrere Papillen. 2) Die Papillen der Molaren sind nicht einfach, sondern durch Einschnürungen mehrfach geteilt; es bilden sich so viele Papillen aus, als Höcker an der Kaufläche auftreten, und jedes Zahnscherbchen soll einem Reptilienzahn entsprechen. 3) Die dreispitzigen Zähne von Chlamydoselachus entstehen aus drei Kegelzähnen. 4) Die Molaren der Elefanten setzen sich aus Zahnplatten zusammen, von welchen jede aus mehreren Einzelzähnen be-

steht. 5) Ein zweispitzig angelegter Zahn kann später in zwei einspitzige Zähne zerfallen. 6) In jeder Anlage eines zweihöckerigen Zahnes sind zwei, an einem dreiwurzeligen Zahn drei gesonderte Gefäßbündel enthalten.

Ferner können zu diesen sechs Thesen noch vier weitere Momente hinzugefügt werden: 1) die Entwicklung des Tuberculum dentis samt einem Teil der Wurzel am oberen lateralen Schneidezahn zu einem zapfenähnlichen Körper; 2) die Abspaltung des Kronenhöckers und eines Wurzelteiles an einem Molaren zu einem eigenen Zahn; 3) der Zerfall eines Molaren in mehrere Einzelzähne; 4) die Teilung der Wurzel eines Schneide-, Eck- oder Backzahnes in zwei bis drei Fortsätze, obwohl zwischen Höcker- und Wurzelanzahl keine Uebereinstimmung herrscht.

In neuerer Zeit hat Adloff durch seine eingehenden Forschungen etwas mehr Licht in diese umstrittene Frage der beiden Theorien gebracht. Dieser Autor kommt durch Kombination beider Theorien zu folgender Auffassung. Adloff nimmt erst Verschmelzung und dann Differenzierung an; letztere stützt er auf das Vorhandensein überzähliger Molarenhöcker beim Orang-Utan. Gegen eine Differenzierung des hypothetischen haplodonten und protodonten Typus spricht nach seiner Meinung die Unwahrscheinlichkeit, daß einige der zusammengedrängten Kegelzähne nur noch Nebenzacken vorstellen sollen. Ferner ist ihm der Uebergang des trikonodonten zum trituberkularen Typus vollständig unklar; die Wanderung des Protoconus im Oberkiefer nach innen und im Unterkiefer nach außen sei mechanisch unmöglich. Adloff setzt den Paraconus des Oberkiefers gleich dem Protoconid des Unterkiefers, so daß also Protoconus und Protoconid einander nicht homolog sind. Von der Verschmelzungstheorie müssen zwei Hauptstützen dahinfallen. Einmal ist die Rösesche Ansicht für unrichtig befunden worden, daß jeder Molar sich in einzelnen Papillen anlege. Jeder Zahn geht aus einer einheitlichen Anlage hervor und die Höcker treten erst sekundär auf. Dann ist auch die Hypothese von Kükenthal zurückgewiesen worden, wonach man aus dem Vorhandensein getrennter Kegelzähne auf den Zerfall der Kronen in ihre Komponenten schließen darf. Das Zahnsystem der Bartenwale ist nämlich derart in Reduktion begriffen, daß Folgerungen, wie Kükenthal sie stellt, nicht bestehen können. Auch Zuckerkandl bemerkt, daß er, ohne ein Gegner der Verwachsungstheorie zu sein, doch erklären müsse, daß nach den bisherigen Resultaten keine genügenden Beweise für ihre Richtigkeit bestehen. Ebenso sagt Adloff, daß die Hypothese der Konkreszenztheorie nicht imstande sei, über alle Schwierigkeiten hinwegzuhelfen. Er nimmt an, daß beide Momente, die Verschmelzung und die Differenzierung, als formumwandelnde Faktoren wirksam sind, und stellt sich vor, daß der erste Schritt zur Vervollkommnung durch Verschmelzungsprozesse bedingt gewesen sei und daß erst nachher mechanische Agentien das bereits komplizierte Organ umgebildet haben.

Uebergang der Zahnformen.

Der Zusammenhang der einzelnen Zahnformen untereinander oder der Uebergang einer gewissen Zahnform in eine im Zahnbogen folgende andere spielt in der Phylogenie eine bedeutende Rolle. Wie schon

erwähnt wurde, ist bei den niederen Vertebraten, besonders den Fischen, das homodonte Gebiß vorherrschend, ebenso kommt diese gleichmäßige Zahnform in höheren Klassen und selbst bei den Säugetieren (bei den Cetaceen, Edentaten) vor. Es kann aber auch bei einem und demselben Tier eine homodonte und heterodonte Zahnform gleichzeitig vorhanden sein. So haben z. B. die Chiropteren ein homodontes Milchgebiß, während die permanenten Zähne heterodont sind. Die Fische haben bekanntlich zylinder-, kegel- oder hakenförmige Zähne, und die Zähne selbst sind gruppen- oder reihenweise angeordnet; bei den Amphibien sind die Zahnformen schlank und kegelartig, gerade oder nach rückwärts gebogen; die Reptilienzähne zeichnen sich bei analoger Bildung noch durch Alveolenbefestigung aus, sowie durch bedeutende Größe. Bei allen diesen niederen Vertebraten ist die ursprüngliche Form der Säugetierzähne deutlich erkennbar. Man muß deshalb annehmen, daß sich die spezialisierten Formen der Säugetierbezahnung erst später, durch Anpassung an bestimmte Lebensbedingungen, aus der homodonten Form entwickelt haben.

Das *Homalodontherium*, ein fossiles Huftier aus der Tertiärperiode, welches 44 Zähne besaß, gibt für den ursprünglichen Homodontismus der Säugetiere ein beweisendes Beispiel. Hier gehen die Formen der dicht aneinander gereihten Schneide-, Eck- und Backzähne so allmählich ineinander über, daß die benachbarten Zähne sich kaum voneinander unterscheiden. In dem hochspezialisierten Gebisse des Menschen sogar sind die einzelnen Zahnsorten nicht scharf voneinander geschieden, sondern durch Uebergangsformen untereinander verknüpft. So ist es mehr als wahrscheinlich, daß die verschiedenen Zahnformen des Menschen Modifikationen einer und derselben Grundform sind. Eine wichtige Rolle spielt hierbei das Tuberculum dentis (Zuckerkandl), welches schon an den zentralen Schneidezähnen des Oberkiefers eine gewisse Verschiedenheit in der Entwicklung zeigt; an den lateralen Schneidezähnen bildet sich dieses Tuberculum oftmals zu einem kleinen Höcker um, der beim Eckzahn noch häufiger vorkommt und bei den Prämolaren zu einem ausgesprochen lingualen Höcker wird; dieser repräsentiert somit eigentlich keine neue Bildung, sondern ein zur vollen Entfaltung in der Entwicklung gelangtes höckeriges Tuberculum. Der Uebergang der Prämolaren zu den Molaren ist schon mehr ein unvermittelter, obschon auch in diesem Falle Uebergangsformen sehr oft vorhanden sind, z. B. zeigt der 2. Prämolar des Unterkiefers eine beträchtliche Größe und mehrere Höcker, wodurch der Uebergang dieser Zahnform zu dem 1. Molaren kein sprungweiser mehr ist. Auch Thompson und Allen sind der Ansicht, daß das Tuberculum dentis den Uebergang von einer Zahnform zur nächsten herstelle. Die Prämolaren des Unterkiefers stammen nach Vram von der Eckzahnform ab. Topinard stellt eine Reihenfolge von Zahnformen auf, in denen er folgende Zähne nebeneinander reiht: Der 1. Prämolar ist eckzahnförmig bei Cebus, Pithecus und Anthropoiden, während der 2. Prämolar bei allen zweihöckerig ist. Bisweilen treten vierhöckerige Prämolaren auf. Die Molaren sind vierhöckerig bei Pithecus und Lemuriden; fünfhöckerig bei Anthropoiden und beim Menschen.

Nach Zuckerkandl hat die Bezahnung der höheren Vertebraten folgende Entwicklungsstadien durchgemacht. Im ersten Stadium ist das Gebiß homodont. Im zweiten Stadium ist die Bezahnung

bereits heterodont, aber die Zähne sind einfacher gestaltet und ähneln einander mehr als die verschiedenen Zahnsorten eines heterodonten Gebisses. Es liegt die Uebergangsform zum dritten Stadium vor. in welchem der heterodonte Charakter der Bezahnung bereits scharf ausgesprochen ist. Im vierten Stadium hat das Gebiß eine Reduktion erfahren; es treten als Stammformen der meisten jetzigen Säugetiere Heterodonten mit 44 Zähnen auf. Sicher festgestellt ist dies für die Ungulaten und die Karnivoren. Jedenfalls dürfte sich der Uebergang von der Stammform zur heutigen nur allmählich vollzogen haben, und aus der Vergleichung der gegenwärtigen Gebißformel mit der ursprünglichen geht hervor, daß das Gebiß des Menschen eine Reduktion erfahren hat, insofern dasselbe nur 32 Zähne aufweist und gegenüber dem typischen Säugetiergebiß 12 Zähne weniger besitzt. Leche vertritt die Meinung, daß der Homodontismus bei Säugetieren kein primitives Merkmal, sondern eine regressive Erscheinung sei.

Homologie der Zähne.

Das ursprüngliche Säugetiergebiß hatte die typische Zahnformel von 44 Zähnen, davon waren jederseits 3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 4 Prämolaren und 3 Molaren in jedem Kiefer. Wo diese Zahl geringer ist, lassen sich die betreffenden fehlenden Zähne in den meisten Fällen feststellen.

Beim Affen und beim Bären z. B., die beide nur 2 Prämolaren jederseits besitzen, kann man durch Vergleichung mit verwandten Tieren konstatieren, daß beim Bären der 2. und 3. Prämolar fehlen, während der 1. und 4. Prämolar geblieben sind. Beim Affen fehlt wiederum der 1. und 2. Prämolar, während der 3. und 4. vorhanden sind.

Die Bezeichnung Homologie bedeutet eine Uebereinstimmung, wie die eben erwähnte, eine Uebereinstimmung, die fast als Verwandtschaft durch Abstammung gelten kann. Homologie ist daher gleichbedeutend mit Identität oder wenigstens mit Aehnlichkeit des Ursprungs, doch liegt keineswegs darin eine Identität oder Aehnlichkeit des Zweckes, für welchen ein Gegenstand verwendet wird, eine Tatsache, die später bei Besprechung der Eckzähne näher erläutert werden soll.

Die einzelnen Zahnsorten lassen sich im Gebiß des Menschen leicht erkennen, da jede der vier Formen, Schneide-, Eckzähne, Prämolaren und Molaren, besondere Kennzeichen aufweist und ebenso die betreffenden Zähne an einem bestimmten Platz im Kiefer stehen.

Die Schneidezähne befinden sich auf dem Zwischenkiefer, die Molaren treten hinter dem Milchgebiß auf, die Eckzähne stehen neben den Schneidezähnen, und zwischen Eckzähnen und Molaren sind die Prämolaren. Die topische Definition der unteren Schneidezähne ist weniger einfach, da im Unterkiefer das Praemaxillare fehlt. Busch behandelt die zoologische Definition der einzelnen Zahnsorten folgendermaßen.

Als obere Schneidezähne sind alle diejenigen Zähne zu betrachten, welche im Alveolarfortsatz des Zwischenkiefers sitzen. Als obere Eckzähne gelten diejenigen Zähne, die hinter der Sutur des Zwischenkiefers sich befinden. Als untere Eckzähne bezeichnet

man diejenigen, welche bei geschlossenem Biß die oberen Eckzähne an ihrer proximalen Fläche berühren. Untere Schneidezähne sind die Zähne, welche zwischen den beiden unteren Eckzähnen eingeschaltet sind. Als obere und untere Molaren sind die Zähne anzusehen, welche hinter dem Milchgebiß zum Durchbruch kommen. Obere Prämolaren sind diejenigen Zähne, welche zwischen den Eckzähnen und Molaren eingeschaltet sind, oder falls letztere fehlen sollten, sich in die Nähe der Sutura incisiva erstrecken. Als untere Prämolaren gelten die mit den oberen Prämolaren artikulierenden Zähne des Unterkiefers. Zuckerkandl bemerkt hierzu, daß diese Angaben in bezug der Frontzähne zu dem Zwischenkiefer insofern einer Korrektur bedürfen, als in seltenen Fällen die Sutura incisiva zwischen den Alveolen der Eckzähne und der Prämolaren durchzieht, was zur Folge hat, daß die Eckzahnalveole dem Zwischenkiefer angehört.

Mehr Schwierigkeit bietet in dieser Beziehung das Gebiß der anderen Vertebraten und auch bei den Säugetieren, bei denen niemals eine topische Definition der unteren Schneidezähne, sowie der Molaren und Prämolaren, wie beim Menschen, möglich ist. Zudem geht nicht bei allen Tieren der permanenten Bezahnung ein Milchgebiß voraus.

Ganz besondere Schwierigkeiten bietet die Definition des Eckzahnes, insofern derselbe noch weniger als die anderen Zahnsorten eine typische Form darstellt.

Ch. Tomes sagt, daß die beste Definition des Eckzahnes zutreffend ist, daß man diesen Zahn als denjenigen betrachtet, welcher dicht hinter der Sutura incisiva steht, und als unteren Eckzahn den Antagonisten, der bei geschlossenem Kiefer vorn vom oberen Eckzahn auftrifft. Zuckerkandl meint hierzu, daß selbst nach dieser Definition die Bestimmung des Eckzahnes nicht immer durchgeführt werden kann. Tomes beschreibt den Kieferapparat des *Oreodon*, eines fossilen Wiederkäuers, der 8 Schneidezähne im Unterkiefer hatte, welchen sich als fünfter jederseits ein kegelförmig gestalteter Zahn anschließt. Wollte man hier in bezug auf die relative Stellung der oberen und unteren Zähne bestimmen, welches eigentlich der Eckzahn ist, so würde man nicht zögern, welchen Zahn man als Eckzahn bezeichnen sollte. Der Form nach zu urteilen, kann zwar kein Zweifel darüber aufkommen, daß es sich um einen Eckzahn handelt; topisch dagegen liegt die Sache anders, denn der vermeintliche untere Caninus greift hinter dem oberen Eckzahn in die Zahnreihe ein und ist nach der gegebenen Definition kein wirklicher Eckzahn. Bei den *Lemuriden* (Fig. 168) sind ähnliche acht vortretende Zähne im Unterkiefer vorhanden, von denen das äußerste Paar als Eckzähne bezeichnet wird, obschon diese Benennung nicht gerechtfertigt ist; sie heißen nur deshalb Eckzähne, weil sie vorn über die Eckzähne des Oberkiefers eingreifen, im übrigen haben sie die Form der anderen Schneidezähne. Die größten Schwierigkeiten bieten die *Insektivoren*, welche in gewisser Beziehung eine uralte und verallgemeinerte Form der Säugetierzähne darstellen. Beim Maulwurf (Fig. 97) z. B. besteht die Schwierigkeit darin, daß ein oberer zweiwurzeliger Zahn, der Eckzahnform hat, seinen Platz im Praemaxillare hat und zudem noch der Antagonist desselben hinter diesem oberen Eckzahn artikuliert, anstatt vor demselben.

Für den *Maulwurf* sind nicht weniger als vier Zahnformen aufgestellt, die alle auf der Identifikation des Eckzahnes basieren. Leche und Marsh stützen sich darauf, daß der Eckzahn bei den ältesten bekannten Säugetieren zweiwurzelig ist und daß die Reduktion zu einer Wurzel Hand in Hand mit der Differenzierung seiner Krone geht. Zudem mißt Leche diesem Zahne keine besondere Wichtigkeit seiner Beziehung zum Zwischenkiefer bei und glaubt, daß derartige Wurzelformen auch bei den anderen Scheidezähnen des Praemaxillare vorkommen. Außerdem schließt der untere Zahn, welcher dem oberen Eckzahn entspricht und auch wie ein Eckzahn gestaltet ist, hinter die großen Schneidezähne des Zwischenkiefers, anstatt analog den anderen Insektivoren vor dieselben. Von letzteren führt Tomes noch einige Arten an, deren Bezahnung diesbezügliches Interesse bietet. *Ericulus* hat statt des oberen Eckzahnes einen spitzen, langen, zweiwurzeligen Zahn, dessen Krone die Form eines vergrößerten Prämolaren hat, während im Unterkiefer kein Eckzahn vorhanden ist. *Centetes* (Fig. 95) hat karnivorenähnliche typische Eckzähne. Bei *Hemicentetes* unterscheidet sich der sogenannte Eckzahn in keiner Weise von dem hinter ihm stehenden Prämolaren. Bei *Erinaceus* (Fig. 94) ist der sogenannte obere Eckzahn zweiwurzelig und den hinter ihm stehenden Prämolaren ähnlich. *Gymnura* zeigt im Oberkiefer einen eckzahnähnlichen zweiwurzeligen Zahn, vor welchem ein einwurzeliger mehr abgestumpfter Zahn des Unterkiefers einbeißt. Bei *Macroscelides* und *Petrodomus* ist der dritte bezw. äußerste Schneidezahn zweiwurzelig, lang und scharf, und vertritt teilweise die Stelle des Eckzahnes. *Potamogale* zeigt einen kleinen Zahn, der Eckzahn genannt wird, der sich aber in keiner Weise von den anderen Prämolaren unterscheidet.

Bei keiner Art dieser Insektivoren könnte man, streng genommen, für irgendeinen Zahn die Bezeichnung Eckzahn gebrauchen, insofern der Zahn, welcher als Eckzahn funktionieren soll, entweder die Form eines Schneidezahnes oder eines Prämolaren besitzt. Daß ein Zahn bis zur Länge eines Eckzahnes ausgebildet ist und zudem noch die Form eines solchen zeigt, hält Tomes für eine einfache „Veränderung durch Anpassung", die sowohl einen Schneidezahn als auch einen Prämolaren betreffen. Der Zahn, welcher diese Form durch Anpassung erhalten hat, steht gewöhnlich als erster vorn im eigentlichen Maxillare und ist der 1. Prämolar. Da sich nun aber auch, wie vorhin erwähnt, ein Schneidezahn in der bezeichneten Weise gestaltlich verändern kann, so sollte man bei dem Eckzahn von einer Homologisierung absehen und den Zahn bloß nach der Form klassifizieren. Tomes meint, daß man, wenn die Bezeichnung Eckzahn gebraucht wird, hierunter einen Zahn verstehen sollte, der in obiger Weise verändert ist und in den meisten Fällen denselben Zahn im Sinne haben, d. h. also jenen Zahn, der in der typischen Säugetierformel hinter dem äußeren Schneidezahn steht, also den 1. Prämolar, wenn wir fünf anstatt vier Prämolaren annehmen. Der Eckzahn ist demnach nichts anderes, als ein kegelförmiger Prämolar. Zuckerkandl bezeichnet es als ganz falsch, bei allen Tieren einen Eckzahn zu suchen und irgendeinen Zahn so zu benennen, wenn sich nicht ein Zahn in der charakteristischen Weise ausgebildet hat. Nicht bei allen Tieren differenziert sich der Prämolar in der geschilderten Weise, und es kann auch, wie erwähnt, vorkommen, daß sogar ein Schneidezahn sich eckzahn-

artig verlängert und zuspitzt. WORTMAN konstatiert, daß beim Unterkiefer kein Beispiel von einem Schneidezahn bekannt ist, der die Form eines Eckzahnes hat und mit dem entsprechenden oberen Eckzahn artikuliert.

Es möge hier noch auf die Formähnlichkeit des 2. Milchmolaren mit dem 1. permanenten Molaren hingewiesen werden. Daß dieser Milchbackzähne dem letzteren mehr gleicht als seinem entsprechenden Ersatzzahn, wird dadurch erklärt, daß beide Zähne die gleiche Funktion auszuüben bestimmt sind. ADLOFF macht aber darauf aufmerksam, daß gerade bei den ältesten primitivsten Säugetierformen (Insektivoren, Lemuroideen, fossilen Kreodonten u. a.) nicht nur der letzte Milchmolar, sondern auch der letzte Prämolar einem Molaren gleicht. Dies gilt als Beweis dafür, daß die scharfe Trennung der Backzahnreihe in P und M erst ein späterer Vorgang ist, und daß die vier P ursprünglich, von vorn nach hinten an Größe und Kompliziertheit zunehmend, allmählich in die Gestalt der Molaren übergingen, so daß P_4 und M_1 so große Aehnlichkeit in ihrer Form erhielten. SCHLOSSER konstatiert gegenüber dem Zweifel, ob das Milchgebiß dem Menschen wirklich eine frühere Entwicklungsstufe darstellt, daß die Milchzähne bald den Formen eines vorhergehenden Stammesgliedes ähneln — prophetisch — gleichen können, d. h. daß eine beginnende Differenzierung zunächst in der ersten, später in der permanenten Dentition erfolgen kann.

Makroskopischer Bau der Zähne.

Zur näheren Charakteristik der Zahnform unterscheidet man an jedem Zahn drei Teile: die Krone, *Corona dentis*; den Hals, *Collum dentis,* und die Wurzel, *Radix dentis.* Diese Merkmale passen auf die Zähne im allgemeinen und auf die hochspezialisierten Säugetierformen im besonderen, dennoch gibt es sehr viele Zähne, bei denen die drei erwähnten Teile des Zahnes nicht immer sichtbar sind.

Die Krone ist der frei über den Alveolarrand hervorragende Teil, der bei den meisten Zähnen mit Schmelz bedeckt ist.

Der Zahnhals ist der Teil, welcher die Krone von der Wurzel scheidet, gewöhnlich vom Zahnfleisch bedeckt ist und bis zum Alveolenrand reicht. Die Bezeichnung als Zahnhals ist insofern eine willkürliche, als sie nur für die Zähne mit beschränktem Wachstum gilt, denn konstant wachsende sogenannte Zähne mit permanentem Wachstum besitzen keinen Zahnhals.

Die Wurzel ist der in der Alveole verborgene Teil des Zahnes und wurde früher als echte, wahre und als unechte unterschieden. Echt nennt man die Wurzel, wenn sie von der Krone durch den Zahnhals scharf abgegrenzt und am unteren Ende geschlossen ist. Die echte Wurzel heißt einfach, wenn sie nur aus einem keilförmigen, zylindrischen oder abgeplattet-kegelförmigen Ast besteht, wie bei den Frontzähnen der Säugetiere; sie ist zusammengesetzt oder mehrästig, wie an den Prämolaren und Molaren der Säugetiere, und ist bei den niederen Vertebraten niemals in dieser Form vorhanden. Die unechte Wurzel ist in keiner Weise von der Krone abgegrenzt, und der in der Alveole steckende Teil des Zahnes gleicht

in Form und Struktur dem Kronenteil des Zahnes und bleibt am unteren Ende geöffnet, wo er der Zahnpapille aufsitzt. Cement und Schmelz fehlen entweder ganz oder letzterer ist verschieden ausgedehnt. Man nennt solche Zähne wurzellose Zähne, wie die Nagezähne und lamellierten Backzähne der Rodentien, die Stoßzähne des Elefanten, die Nagezähne der Elasmotherien u. a. (vgl. Fig. 90, 118). Diese Zähne stehen auf offenen Pulpen und haben permanentes Wachstum, d. h. sie wachsen in dem Maße, als sie sich abnützen, aus der Alveole heraus, um auf diese Weise im ständigen Kontakt mit den Antogonisten zu bleiben, indem sie dieselbe Größe behalten, wenn sie durch den Gebrauch derart abgeschliffen werden, daß Wachstum und Abnutzung ineinander kompensieren, wie in den Schneidezähnen der Rodentien. Findet dagegen keine Abnutzung statt, oder ist diese geringer als das Wachstum, so erreichen die Zähne eine bedeutende Größe, wie die Stoßzähne der Elefanten, die Hauer des Ebers, der Stoßzahn von Monodon, die Eckzähne von Moschus, Cervulus, Trichechus, Tragulus, die Incisivi von Halicore u. a. Oft kommt es auch vor, daß dieses Längenwachstum für das Tier hinderlich wird, insofern beim Verlust eines Antagonisten der Zahn bogenförmig aus der Mundhöhle herauswachsen kann und lebensgefährliche Störungen verursacht (Babyrussa). Die Wurzel fehlt allen nicht durch Alveoleneinkeilung befestigten Zähnen; letztere stellen in diesen Fällen eine unmittelbare Fortsetzung des Kiefer- oder des Gaumenknochens dar, oder die Krone ist unmittelbar an den Knochen angeheftet; oder sie stützt sich auf einen knöchernen Sockel oder Stiel, oder sie ruht, wie bei sehr vielen Haien, auf einer scharf abgesetzten knöchernen Basis, die man bei minder scharfer Bezeichnung auch wohl Wurzel nennen könnte, insofern sie der in den Weichteilen versteckte untere Teil des Zahnes ist. Tomes bezeichnet diesen Knochen als Befestigungsknochen (*Bone of attachment*).

Im Innern des Zahnes befindet sich die axial gelegene Zahnhöhle, auch Pulpahöhle genannt, *Cavum dentis*, welche mit der Wurzelspitze durch den durch die ganze Länge der Wurzel laufenden Wurzelkanal, *Canalis radicis*, in Kommunikation steht. Die Pulpahöhle stellt in ihrer Form die äußere Gestalt des Zahnes in verjüngtem Maßstabe dar und bildet dementsprechend einen Kronen- und einen Wurzelteil; letzterer füllt als Wurzelfaden den ganzen Raum des Kanals bis zur Spitze, *Apex radicis*, aus, und endet am Foramen apicale, welches zum Durchtritt der Ernährungsgefäße des Zahnes dient.

Jeder Zahn zeigt in bezug auf seine Flächen, je nachdem diese der Lippe, Wange, Zunge, dem Gaumen oder dem Nachbarzahne zugewendet sind, entsprechende Benennungen dieser Flächen. Man unterscheidet demgemäß an der Zahnkrone fünf solcher Flächen.

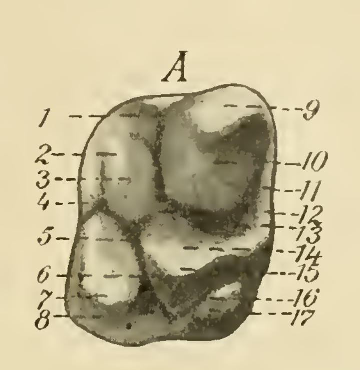
Facies labialis s. buccalis, die Lippen- oder Wangenfläche, je nachdem dieselbe einen Frontzahn oder Backzahn betrifft. Diese Fläche heißt auch die äußere Fläche des Zahnes.

Facies lingualis s. palatinalis, die innere Fläche, die Zungen- oder Gaumenfläche des Zahnes, je nachdem es sich um einen Zahn des Unter- oder Oberkiefers handelt.

Die beiden **Facies contactus s. approximales**, die Kontakt- oder Berührungsflächen. Die nach der Mittellinie des Gesichtes gerichtete Fläche ist die Mesial- oder Proximalfläche, während die der

Medianlinie abgewendete, nach dem Ende des Kieferbogens zeigende Fläche, die Distal- oder Lateralfläche genannt wird.

Die **Facies masticatoria**, die Kaufläche, bei den Frontzähnen Schneidefläche oder Schneidekante genannt, entsteht bei letzteren durch Zusammenstoßen der labialen und lingualen Fläche und der beiden Kontaktflächen, während sie bei den Backzähnen durch Zusammentreten der bukkalen, lingualen bezw. palatinalen, distalen



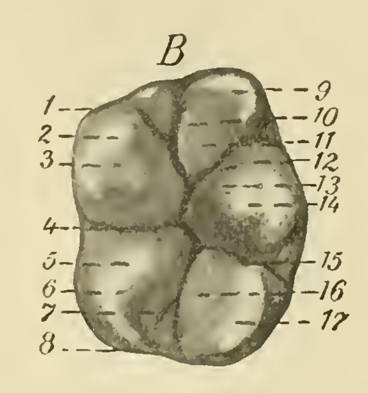


Fig. 14. A **Der 1. Molar des Oberkiefers.** B **Der 1. Molar des Unterkiefers.** **A** *1* bukkale Furche, *2* disto-bukkaler Höcker, *3* disto-bukkale Schmelzleiste, *4* distale Randleiste, *5* distale Furche, *6* disto-linguale Schmelzleiste, *7* disto-lingualer Höcker, *8* disto-linguale Furche, *9* mesio-bukkaler Höcker, *10* bukko-mesiale Schmelzleiste, *11* distale Schmelzkante, *12* zentrales Grübchen, *13* mesiale Furche, *14* mesio-linguale Schmelzkante, *15* mesio-lingualer Höcker, *16* mesio-linguale Furche, *17* fünfter (unkonstanter) Höcker. **B** *1* distale Randleiste, *2* disto-lingualer Höcker, *3* disto-linguale Schmelzleiste, *4* linguale Furche, *5* mesio-linguale Schmelzleiste, *6* mesio-lingualer Höcker, *7* mesiale Furche, *8* mesiale Randleiste, *9* distaler Höcker, *10* distale Furche, *11* distale Schmelzleiste, *12* disto-bukkale Furche, *13* median-bukkale Schmelzleiste, *14* median-bukkaler Höcker, *15* bukkale Furche, *16* mesio-bukkale Schmelzleiste, *17* mesio-bukkaler Höcker.

und mesialen Fläche gebildet wird. Man unterscheidet schmale und breite Kauflächen. Die Höcker der Backzähne werden ebenso als mesiale (proximale), distale, bukkale und linguale (palatinale) unterschieden. (Vgl. die Nomenklatur von Osborn, p. 109, und Fig. 14.)

Mikroskopischer Bau der Zähne.

Man kann die Zähne als Hartgebilde betrachten, welche als zu eigenartiger Struktur umgewandelte Papillen der Schleimhaut darstellen, und die den Eingang zur Mundhöhle der meisten Vertebraten mehr oder weniger zahlreich besetzen. Die Schleimhaut, welche den Verdauungskanal auskleidet, ist als eine Fortsetzung des äußeren Integumentes zu betrachten und gewissermaßen ein Teil desselben, welcher an den Lippen seinen Anfang nimmt. Daß die Zähne Hartgebilde sind, zeigt nicht nur die Art ihrer Entwicklung, sondern auch das vergleichend-anatomische Studium der Vertebratenzähne. Wie bei den Zahnformen der Kegelzahn der Haifische als Grundform für alle später differenzierten Formen gilt, so geht die Entstehung der Zähne von den Plakoidschuppen der Haie aus. Der ganze Körper dieser Tiere ist mit diesen Hautzähnen bedeckt, welche sich, wie schon erwähnt, von dem äußeren Integument des Körpers bis zu den Lippen und in die Schleimhaut der Mundhöhle fortsetzen. Diese Hautstacheln zeigen aber hier eine größere Form, als die auf der Körperoberfläche, sie kommen mehr einem Zahngebilde näher und unterscheiden sich durch weitere Entwicklung immer mehr von den Plakoidschuppen. Letztere müssen aber entwicklungsgeschichtlich entschieden als das

Urbild unserer Zähne betrachtet werden, und können die Zähne überhaupt als Hautgebilde oder Hautanhängsel definiert werden.

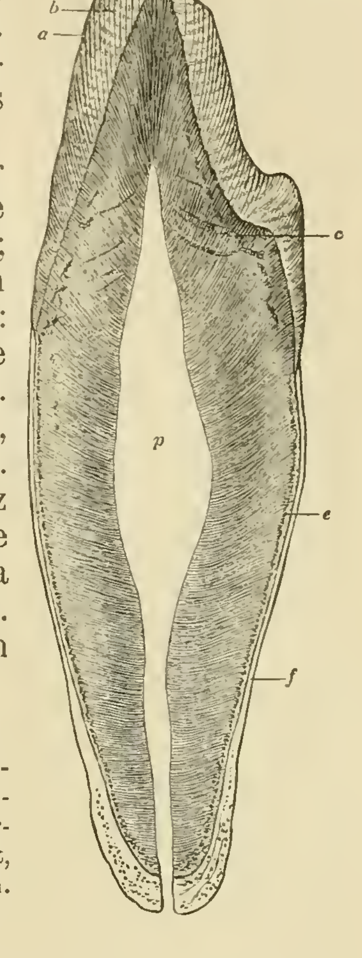
Bezüglich ihrer Struktur unterscheidet man Hornzähne und echte, verkalkte Zähne. Letztere — wie sie auch der Mensch besitzt — enthalten eine große Menge von Kalksalzen, welche die außerordentliche Härte der Zähne bedingen, während die verhornten Zähne aus dem verhornten Epithel der Mundschleimhaut hervorgehen und ihre hornartige elastische Struktur immer bewahren. Sie entwickeln sich entweder auf frei stehenden Papillen der Mundschleimhaut (wie beim Saugmund der Cyklostomen), oder sie sind stachel- und leistenförmige Fortsätze der ebenfalls eine verhornte Epithelialbildung darstellenden Hornscheiden der Kiefer, wie dies namentlich an den Schnäbeln vieler Vögel gefunden wird. Hornzähne kommen auch bei den Cheloniern vor, einigen Säugetieren (Walen, Schnabeltieren), während die meisten Vertebraten, darunter viele fossile Vögel, echte, verkalkte Zähne besitzen.

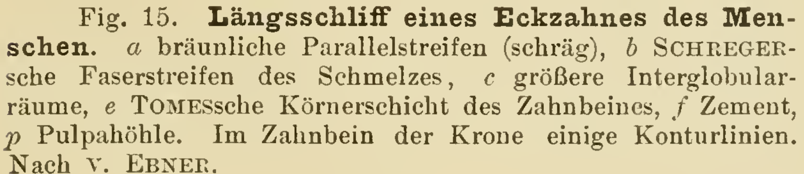
Die Hautzähne bestehen aus zwei Teilen, aus dem eigentlichen Zahn- oder Schuppenstachel, der die Epidermis durchbricht und mit einer oder mehreren Spitzen frei nach außen hervorragt, und aus einer Basalplatte, welche sich im oberen Teil des Corium befindet. Im Innern liegt die Pulpahöhle, welche an der unteren Fläche der Basalplatte ausmündet. Der nach hinten gekrümmte Schuppenstachel zeigt die verschiedensten Formen und besitzt einen Schmelzüberzug, der, wie beim Menschen, an der Spitze am dicksten ist, und ebenso ein Schmelzoberhäutchen; der Schmelz zeigt aber keine Prismenstruktur; den anderen Teil des Zahnes bildet das Dentin, welches von der Pulpahöhle her Kanälchen enthält, welche sich gegen die Peripherie hin verästeln. Ein gegen die Stachelspitze hin verlaufender Kanal ist am stärksten entwickelt. Mit der menschlichen Zahnstruktur übereinstimmend, besitzt das Dentin auch eine Odontoblastenschicht; dagegen fehlen der rhombisch gestalteten Basalplatte sowohl Zellen als auch Zellenausläufer. Die Basalplatte ist von den Platten der Nachbarzähne nur durch schmale Zwischenräume getrennt.

Die **Hornzähne**, welche den Saugmund des *Petromyzon* (Fig. 44) besetzen, sind nach Beard aus einem oder mehreren aufeinander gelagerten Hornkegeln gebildet, die auf Hautpapillen stehen und aus hornbildenden Furchen hervorgehen, welche die Basis der Papillen ringsum begrenzen. Die Hornzähne der *Myxine* sollen größere Bedeutung haben, insofern dieselben nicht auf einer einfachen Papille, sondern auf einem Zahnkeim gelagert sind, der schon bis zu einem beträchtlichen Grade der Verkalkung vorgebildet ist. Analog dem Hornkegel des Petromyzon ruhen seine freien Ränder in einer hornbildenden Vertiefung des Mundepitheliums. Im Inneren der Hornkappe befindet sich ein harter Kegel, welchen Beard für eine Form von unausgebildetem Zahnbein hält (die Gefäßknäuel enthalten?). Dieses Dentin soll mit Schmelz überzogen sein und im Inneren eine Pulpa mit Odontoblasten enthalten. Warren hat durch seine Untersuchungen aber andere Resultate erfahren. Dieser Autor konstatierte, daß nirgends eine Verkalkung sich vorfand und daß das harte Gewebe durchweg horniger Natur und rein ektodermalen Ursprunges sei. Analog der ersten Bildungsstufe einer Haarzwiebel findet eine starke Entwicklung von Epithelium über einer sehr unbedeutenden

mesodermen Papille statt, welcher in keiner Beziehung zu dem Verhärtungsvorgange steht, wahrscheinlich aber an der Gefäßbildung im Inneren des Kegels beteiligt ist. Der zweite darunter liegende harte Kegel ist mehr ein Ersatzzahn, dessen Entwicklung dem vorhergehenden in jeder Beziehung entspricht, d. h. die Spitze und der verkalkte Teil des Kegels entsteht aus der Verhornung und der Anhäufung von Epithelium, während seine Ränder durch den gewöhnlichen Verhornungsvorgang aus einer Hornbildungsgrube länger werden. CH. TOMES schließt sich der WARRENschen Hypothese an und hält diese für wahrscheinlicher, als die Behauptungen von BEARD.

Die verkalkten Zähne sind aus einer oder mehreren Strukturen zusammengesetzt, sie bestehen aber mindestens aus einer Substanz; häufig aus zwei, bei den Säugetieren aber im allgemeinen aus drei verschiedenen Strukturen: Schmelz, Zahnbein und Zement, welche die harten Bestandteile des Zahnes ausmachen. Hierzu kommt noch als Weichgebilde die Pulpa, welche den inneren Teil des Zahnes darstellt. Von diesen Grundsubstanzen ist der Schmelz epithelialen Ursprunges, die anderen Bestandteile gehören der Bindesubstanzgruppe an; die Pulpa enthält außerdem zahlreiche Gefäße und Nerven. Zu den Weichgebilden des Zahnes gehört auch noch das Wurzelperiost.




Fig. 15. **Längsschliff eines Eckzahnes des Menschen.** *a* bräunliche Parallelstreifen (schräg), *b* SCHREGERsche Faserstreifen des Schmelzes, *c* größere Interglobularräume, *e* TOMESsche Körnerschicht des Zahnbeines, *f* Zement, *p* Pulpahöhle. Im Zahnbein der Krone einige Konturlinien. Nach V. EBNER.

Wo ein Zahn aus nur einer der drei Hartsubstanzen besteht, so ist es das Zahnbein, das ihn bildet; nur wird dasselbe in der Regel von Schmelz oder Zement überzogen. Zähne der ersteren Art sind die der Fische, Amphibien und Reptilien und von den Säugetieren, die Zähne der Delphine, sowie zu Waffen dienenden Zähne; zu den Zähnen, die alle Zahnsubstanzen besitzen, gehören die der Säugetiere und des Menschen.

Ursprünglich besteht jeder Teil des verkalkten Zahnes aus weichem Gewebe. Der Verkalkungsprozeß kann von außen nach innen fortschreiten, bis das weiche Gewebe vollständig schwindet; oder die Verkalkung kann in bestimmten Grenzen aufhören, so daß eine Masse weichen Gewebes zurückbleibt, das vom harten Zahnbein umgeben ist: die Pulpa. Diese sehr gefäßreiche Pulpa kann sich fortdauernd zu neuem Zahnbein umbilden und an der Basis stets von neuem sich erzeugen, wie bei den wurzellosen Zähnen (Fig. 90), den Zähnen von unbeschränktem Wachstum. Die Bildungstätigkeit der Pulpa kann auch aufhören, und letztere wird ringsum von dem Zahnbein eingeschlossen, welches die Pulpahöhle bildet, wie bei den Zähnen

des Menschen, sowie bei allen anderen Zähnen, welche Wurzeln besitzen.

Von den harten Bestandteilen des Zahnes bildet das Zahnbein die Grundsubstanz, so daß selbst nach Entfernung des Schmelzes und Zementes der Zahn seine Gestalt und seinen Charakter behalten würde.

Der Schmelz ist ektodermalen Ursprunges, während Zahnbein und Zement aus dem Mesoderm stammen. Das Zahngewebe ist eine Modifikation des Knochengewebes, von welchem es sich dadurch unterscheidet, daß seine Bildungszellen, die Odontoblasten, nicht von der Grundsubstanz umschlossen werden, sondern nur Fortsätze in dieselbe entsenden.

Struktur des Schmelzes.

Der Schmelz, das Email, *Substantia vitrea* s. *adamantina* s. *Encaustum*, die äußerste Schicht der Zahnkrone, ist die festeste, zugleich aber auch die sprödeste aller Zahnsubstanzen, die, mit Stahl geschlagen, Funken gibt; der Schmelz entspricht in seiner Härte der Mohsschen Skala No. 7. Er hüllt in Form einer Kappe die Krone gleichsam schützend ein. Am stärksten ist der Schmelzüberzug an den Schneidekanten der Frontzähne und auf der ganzen Kaufläche, und seine Schicht wird an den Kronenhöckern der Molaren bis 2,5 mm dick. Nach dem Zahnhals zu wird der Ueberzug immer dünner und hört hier endlich ganz auf.

Beim Menschen und bei vielen Tieren überzieht der Schmelz die ganze Zahnkrone, während er bei verschiedenen niederen Vertebraten (*Sargus ovis*, Fig. 17, *Aal*, *Molch*), in Form einer dünnen Schmelzkappe nur die Spitze der Krone bedeckt, soweit dieselbe aus der Schleimhaut hervorragt. Derartige Zähne, die nach dem Durchbruch nicht weiter wachsen, haben auch nur bis zum Niveau des Zahnfleisches Schmelz auf der Krone, während bei den immerwachsenden Zähnen der Schmelz sich in die Alveole bis zur Basis des Zahnes erstreckt, wo er entweder, wie bei den Molaren vieler Rodentien, das ganze Dentin überzieht oder nur, wie bei den vorderen Nagezähnen, eine Seite bedeckt, wodurch infolge der beständigen starken Abnutzung dieser Zähne stets ein scharfer Rand vorhanden ist.

Man glaubt, daß der Schmelz bei manchen Zähnen gänzlich fehlt, wie bei verschiedenen Edentaten (Bradypoden), Cingulaten (Myrmecophaga), Cetaceen (Monodon), Reptilien und Fischen. Nach den Untersuchungen von Tomes sind aber rudimentäre Schmelzlagen auf vielen Zähnen der Fische und Reptilien entdeckt worden, und namentlich konnte dieser Autor konstatieren, daß überall ein Schmelzorgan vorhanden war und auf den Zahnkeimen wenigstens nachgewiesen werden konnte. Auch auf den Schlangenzähnen, die nach Owen nur aus Dentin und Zement bestehen sollen, fand Tomes eine dünne Schicht Schmelz, während Zement ganz fehlte. Auch der Frosch hat ein deutliches Schmelzorgan, analog den Schlangen, jedoch ist hier nicht bestimmt zu sagen, ob die erkennbare dünne Decke wirklicher Schmelz ist. Tatusia peba besitzt ein nachweisbares Schmelzorgan, und trotzdem konnte bis jetzt weder Schmelz noch ähnliche Substanz an den ausgebildeten Zähnen dieses Gürteltieres konstatiert werden. Eine ähnliche Beobachtung machte Turner bei den Zähnen des Monodon.

Gesunder Schmelz hat ein gelbliches Aussehen und ist im frischen Zustand und bei jugendlichen Zähnen bläulichweiß und halbtransparent. Im Schmelz mancher Rodentien (Biber, Eichhörnchen) ist an den äußeren Schichten Pigment, das ohne scharf umschriebene Grenze sich allmählich in das benachbarte farblose Gewebe verliert. An menschlichen Zähnen kommt ein Schmelzpigment im normalen Zustande niemals vor.

Die äußere Oberfläche der Schmelzdecke ist meist glatt; durch das Mikroskop läßt sich bei jüngeren Individuen eine querverlaufende Streifung und eine warzige faziale Oberfläche erkennen; die innere Oberfläche des Schmelzes ist weniger eben und zeigt kleine abgerundete Erhebungen.

Der Schmelz ist durch Verkalkung der Schmelzzellen entstanden, welche durch die gegenseitige Berührung abgeplattete Form erhalten und sich zu sechseitigen Prismen gestalten. Die gewöhnliche Schmelzform, wie bei den Zähnen des Menschen, zeigt eine feinfaserige Struktur, die namentlich bei mangelhaft entwickelten Zähnen deutlich hervortritt, während bei einem vollkommen ausgebildeten Zahn das weniger der Fall ist, und daß man sogar die Schmelzprismen nicht unterscheiden kann. Ch. Tomes folgert hieraus, daß dies ein Beweis dafür ist, daß die Verkalkung hier weiter vorgeschritten ist als beim menschlichen Zahn; denn wenn der Verkalkungsprozeß einmal vor sich geht, so wird dadurch jegliche Struktur, wenn auch nicht gerade vernichtet, so doch für das Auge schwerer sichtbar gemacht.

Die einzelnen Schmelzfasern sind augenscheinlich im gut entwickelten Schmelz strukturlos. Trotzdem findet sich eine schwache Andeutung von Querstreifen, die bei Behandlung mit verdünnten Säuren schon deutlich hervortreten. Obgleich die ausgebildete Schmelzfaser vollständig homogen erscheint, ist sie das in Wirklichkeit nicht, denn die Wirkung der Säuren tritt mehr am zentralen Teil als auf dem peripheren hervor, wodurch die Achse der Fasern zuerst angegriffen und aufgelöst wird, so daß auf einem Querschliff eine gefensterte Masse zurückbleibt. Nach Walkhoff soll der periphere Teil weniger Kalksalze enthalten als der zentrale Teil des Prismas.

Seiner Struktur nach zeigt das Schmelzgewebe dicht gedrängte Züge von harten kompakten Fasern, den Schmelzfasern, die auch Schmelzsäulen oder Schmelzprismen genannt werden. Diese Prismen zeigen auf dem Querschnitt eine mehr oder weniger hexagonale Gestalt und sind durch eine besondere Kittsubstanz fest miteinander verbunden. Der Durchschnitt der Prismen beträgt 3—5 μ, bleibt aber im Verlauf derselben nicht gleichmäßig, sondern nimmt von innen nach außen zu (bis zu 6 μ); auch die Form des Querschnittes verändert sich, und gegen die Grenze des Zahnbeins hin wird der Durchmesser polygonal und bisweilen rundlich. Nach Smreker zeigen die Prismen eine arkadenförmige Anordnung infolge ihrer säulenförmigen Gestaltung. Im allgemeinen verlaufen die Prismen unter mehrfachen Biegungen radiär von der Zahnbeinoberfläche bis zur freien Schmelzfläche. Letztere ist von einer strukturlosen homogenen Membran, dem Nasmythschen Schmelzoberhäutchen, umgeben.

Ueber die Strukturverhältnisse des Schmelzes herrschen teilweise so widersprechende Ansichten und Hypothesen, daß dieselben in der Hauptsache hier nicht unerörtert bleiben dürfen.

Was den **Verlauf der Schmelzprismen** betrifft, so durchsetzen wahrscheinlich alle Prismen die Schmelzschicht, was auch von Retzius, Kölliker, Waldeyer, Tomes u. a. bestätigt wird, während v. Ebner bezweifelt, daß es solche Schmelzprismen gibt, die durch die ganze Dicke des Schmelzgewebes gehen. Hannover findet, daß die größere Ausdehnung der freien Schmelzoberfläche im Vergleiche zur gedeckten Zahnbeinfläche durch den nach außen hin zunehmenden Durchmesser und durch die Biegungen der Schmelzfasern begreiflich erscheint.

Im allgemeinen ist der Verlauf der Prismen bei den niederen Vertebraten einfacher als bei den höheren und dem Menschen; der als der einfachste geltende haplodonte Typus zeigt einen Prismenverlauf von S-förmiger Biegung, während beim Menschen die Prismen, die mesial und distal senkrecht zur Oberfläche derselben verlaufen, im mittleren Bereich eine spiralförmig gewundene Richtung annehmen und, zu Bündeln angeordnet, sich in komplizierter Weise verflechten. Die S-Form ist besonders rein erhalten bei den Cetaceen, Marsupialiern, Insektivoren und Rodentien, während sie bei den Chiropteren mehr gestreckt erscheint und bei den Muriden Castoriden und namentlich bei Talpa eine ganz bogenförmige Gestalt annimmt. Der geschlängelte Verlauf und die Kreuzung der Schmelzfasern, wodurch häufig Uebereinanderlagerungen der verschiedensten Modifikationen entstehen, sowie durch besonders unregelmäßige Lage der Prismen an den Höckern der Backzähne, machen es für Untersuchungen ungemein schwierig, den Verlauf der Prismen genau zu verfolgen.

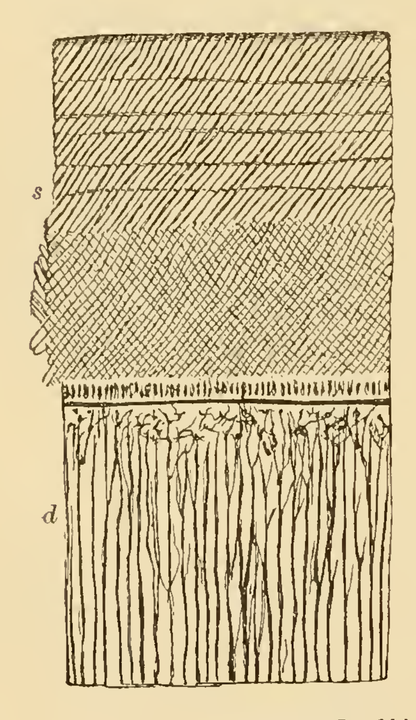


Fig. 16. **Querschnitt durch** (*d*) **Dentin und** (*s*) **Schmelz von** ***Castor fiber.*** Nach Tomes-Holländer.

Ganz besondere Eigentümlichkeit bietet der Schmelz der Nagezähne, indem bei verschiedenen Familien der Rodentien die Anordnung der Prismen deutliche Unterschiede aufweist, so daß bei mikroskopischer Untersuchung des Zahnschmelzes konstatiert werden kann, zu welcher Familie das einzelne Tier klassifiziert werden muß. Der Schmelz der Rodentien besteht nach Tomes aus zwei Teilen, aus einem äußeren und einem inneren (außer bei Hasen und Kaninchen) und in beiden Teilen haben die Prismen einen verschiedenen Verlauf.

Im Schmelz des Bibers (Fig. 16) kreuzen die nebeneinander liegenden Fasern in dem Teile, welcher dem angrenzenden Zahnbein am nächsten liegt, im rechten Winkel, wogegen sie in dem äußeren Teile eine Parallelrichtung zueinander zeigen.

Bei den Species Sciurus, Pteromys, Tamias, Spermophilus verlaufen die Prismen auf einem Längsschnitt rechtwinkelig vom Zahnbein aus zur Peripherie; beim Biber neigen sie sich in einem Winkel von 60°, wobei der Unterschied zwischen dem äußeren und inneren Teil deutlich erkennbar ist.

Bei den Muriden findet man das gleiche Verhältnis, daß die Prismen im inneren Teile sich kreuzen und im äußeren parallel ver-

laufen, aber außerdem sind die Ränder der einzelnen Schmelzfasern noch leicht gezähnt, die in die Ränder der benachbarten Prismen eingreifen.

Bei den Hystriciden ist der Prismenverlauf im inneren Teil schlangenförmig, nichtsdestoweniger ist auch hier eine Schichtenteilung erkennbar. Im äußeren Teil ist die Parallelrichtung, wie bei den anderen Nagern, vorhanden und zwischen den Schmelzprismen zeigen sich noch kleine Lücken.

Die Leporiden zeigen weder Lamellenbildung noch eine Trennung in einen äußeren und einen inneren Teil, ebenso fehlen im allgemeinen bei den Molaren die Eigentümlichkeiten in der Lagerung der Prismen, die bei den Rodentien so charakteristisch sind. In letzterer Beziehung bestehen noch kleinere Unterschiede bei den einzelnen Familien. Der Schmelz der Hasen besteht einfach aus leicht gewundenen Fasern.

Die einzelnen Schmelzlamellen weisen in jeder einzelnen größeren Gruppe einen ganz bestimmten Charakter auf, und diese Verschiedenheiten in der Struktur sind bei allen Species derselben Gruppe konstant. So ist bei den Sciuriden, den Muriden und den Hystriciden die Struktur des Schmelzes durchaus verschieden und bei einer jeden Gruppe so deutlich ausgeprägt, daß die Klassifizierung von Waterhouse bereits vollständig beibehalten werden kann, wenn man nur auf die feinere Struktur der Zähne Rücksicht nimmt.

Gegenüber diesen regelmäßigen Mustern des Prismenverlaufes bei den Rodentien ist bei Manatus die Eigentümlichkeit eines vollständig geradlinigen Verlaufes der Prismen charakteristisch, aber verhältnismäßig sehr selten. Bei Sargus ovis (Fig. 17) ist der Schmelz von einem Kanalsystem durchsetzt, das aber nicht vom Dentin aus hineingelangt, sondern dem Schmelz allein angehört. Nach Tomes beginnen die Kanäle an der Peripherie des Schmelzes und verlaufen eine kurze Strecke geradlinig in der Schmelzsubstanz; dann biegen plötzlich alle fast an der gleichen Stelle ab, um sich weiter zu zerzweigen. Da die Kanäle im inneren Teile des Schmelzes in verschiedenen Winkeln sich kreuzen, so entsteht ein ziemlich kompliziertes Bild, wie auf der Figur ersichtlich ist. Bei den Marsupialiern (Macropus u. a.) verlaufen die Zahnkanälchen durch den größeren Teil des Schmelzes so regelmäßig, daß diese Zeichnung als charakteristisch für diese Zähne gelten kann. Bei vielen Haien, wie bei Galeus, ist das Dentin (Osteodentin) an der Schmelzgrenze etwas festonniert und die Kanälchen laufen in den Schmelz hinein, bei einigen Arten mehr, bei anderen weniger.

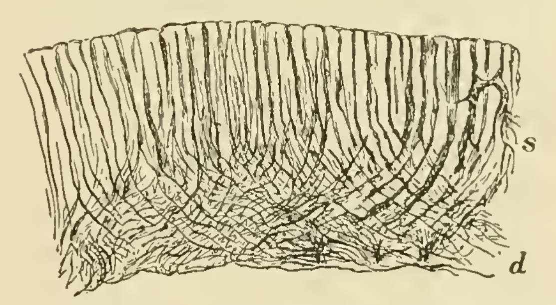


Fig. 17. **Schmelz und Dentin von *Sargus ovis*.** *s* Schmelz, *d* der dem Dentin zunächst liegende Teil. Nach Tomes-Holländer.

Nach Tomes verlaufen die Schmelzfasern im ganzen und großen überall von der Oberfläche des Dentins bis zur Peripherie; ihre Richtung ist aber nicht gerade und parallel, sondern es scheinen die alternierenden Schichten nach entgegengesetzter Richtung hinzuneigen,

förmige Kurven bilden. Am meisten markiert sind die Krümmungen der Schmelzfasern auf der Kaufläche des Zahnes; während nämlich einzelne in einer Ebene verlaufen, haben die alternierenden mehr oder weniger spiralförmige Richtung, entsprechend den feinen Streifen auf der Oberfläche des Schmelzes, die gewissermaßen aus der Ebene hervorzutreten scheinen.

Bei den Zähnen des Menschen ist die Zusammensetzung aus einzelnen Schmelzfasern im vollständig gesunden Schmelz nicht so deutlich ausgesprochen und sie erscheinen ohne nachweisbare Kittsubstanz dicht nebeneinander gelagert. Nur bei unvollkommen entwickelten Schmelz sind sie stark markiert, und Walkhoff hat nachgewiesen, daß bei verschiedenen Nagern Abstufungen bestehen zwischen scharf begrenzten Prismen und einer fast homogenen Struktur. Im allgemeinen sind die Prismen deutlich ausgesprochen bei den Primaten, Karnivoren und Cetaceen, während sie bei den Marsupialiern schwer zu erkennen sind und erst bei Behandlung mit Säuren sichtbar werden.

Querstreifung der Prismen. Jedes Schmelzprisma ist quergestreift. Die einzelnen Fasern sind offenbar in wohl ausgebildetem Schmelz strukturlos; dennoch ist eine schwach angedeutete Querstreifung analog den Muskeln bei den Schmelzfasern vorhanden, die man nicht als pathologisch auffassen darf, trotzdem gerade bei erkrankten Zähnen und kariösem Schmelz die Querstreifen deutlich hervortreten. Es handelt sich hierbei um die Erscheinung, daß das Schmelzgewebe, besonders bei jüngeren Zähnen, durch Behandlung mit verdünnten Säuren eine deutliche Streifung zeigt; auch bei verschiedenen Tieren, wie bei den Rodentien, ist eine solche Querstreifung der einzelnen Schmelzfasern charakteristisch, die mitunter nur sehr schwach hervortritt, im allgemeinen aber ziemlich klar und in unvollkommen entwickeltem Schmelz besonders stark ausgesprochen ist. Der Schmelz der gemeinen Ratte zeigt wie bei den Muriden die Eigentümlichkeit, daß die einzelnen Prismen fast gezackt sind, während die benachbarten, kreuzweise angeordneten Schichten sehr genau ineinander gefügt erscheinen.

Für die Begründung dieser Tatsache bestehen noch immer nur Hypothesen und umstrittene Resultate. Hannover betrachtet die Querstreifen als Andeutungen der sukzessiven Bildung der Schmelzteilchen. Baume, Hertz u. a. sind der gleichen Ansicht, daß die Querstreifung der Ausdruck einer schichtenweisen Ablagerung der Kalksalze sei, während Kölliker, Waldeyer, Retzius, Tomes u. a. sich gegen diese Hypothese aussprechen und die Erscheinung der Querstreifung auf „leichte Varikosität“ zurückführen. Waldeyer sucht den Grund zudem in einer Kreuzung der Prismen. Ch. Tomes, der von dem Standpunkt ausgeht, daß die Schmelzfasern der Zähne beim Menschen ohne jegliche Kittsubstanz aneinandergereiht sind und etwas verschiedenartig verlaufen, meint, daß sie deshalb keine ganz regelmäßige Form besitzen, weil sonst Zwischenräume sich bilden würden, was aber nicht der Fall ist. Deshalb sei eine Kreuzung der Fasern die einfachste Erklärung dieser Querstreifung, da tatsächlich isolierte Fasern leichte Varikositäten zeigen, die in bestimmten Zwischenräumen auftreten. Dieser Begründung schließt sich auch Sudduth an. Die Varikosität als Ursache der Querstreifung hat eine ziemliche

Anzahl von Verteidigern. Daß die Querstreifung der willkürlichen Muskeln auf Varikosität beruht, ist von Haycraft und Ewald nachdrücklich bestätigt worden. Die Anhänger dieser Theorie stellen die Vermutung auf, daß die Unebenheit der Prismenoberfläche möglicherweise auf Fehler im Verkalkungsprozeß zurückzuführen sei, so daß auf erhabene Strecken Vertiefungen folgen. Da nun bei feinen Schliffen die Vertiefungen als konkave, die Erhabenheiten als konvexe Linsen wirken können, so ist eine Kontur durch die verschiedenen Brechungsverhältnisse sehr gut möglich. Das Prisma ist dadurch varikös geworden und macht einen ähnlichen Eindruck, wie eine quergestreifte Muskelfaser. v. Ebner bemerkt hierzu, daß, wenn auch die Querstreifung der Prismen als solche nicht präexistiert, sie doch nicht der Aetzwirkung eines homogenen Kristalls zu entsprechen scheint. An nicht vollkommen ausgebildetem Schmelze beobachtet man öfter nach Auflösung der Kalksalze eine leiterartige Anordnung in der noch nicht gänzlich gelösten organischen Substanz, welche darauf hindeutet, daß in den Schmelzprismen alternierende Scheiben von etwas verschiedener Beschaffenheit vorhanden sind, obschon am unversehrten Prisma davon nichts zu bemerken ist. Dafür spricht auch wohl schon der Umstand, daß die Querstreifen an einem und demselben Prisma oder auch oft an ganzen Reihen von Schmelzfasern in ziemlich gleichmäßigen Entfernungen auftreten. Gegen das Dentin grenzt sich der Schmelz der Menschenzähne mit einer eigentümlich wellenförmigen Oberfläche ab, indem Hervorragungen des Zahnbeines in Einsenkungen der Schmelzoberfläche und umgekehrt liegen.

Die interprismatischen Hohlräume. Am Schmelz, besonders an der Grenze des Zahnbeines, zeigen sich oftmals längliche, unregelmäßige Räume, die augenscheinlich mit den Endigungen der Dentinkanälchen in Kommunikation stehen, wodurch möglicherweise eine Ernährung und Stoffwechsel im Schmelz stattfinden könnte. Diese Hohlräume, die mit den Schmelzprismen die gleiche Richtung haben, werden als interprismatische Hohlräume bezeichnet. In welcher Ausdehnung diese Räume im normalen Schmelz des Menschen vorkommen und ob dieselben mit den Zahnkanälchen in wirklichem Zusammenhange stehen, ist immer noch nicht endgültig erklärt worden. Nach Heitzmann und Bödecker besteht ein solcher Zusammenhang, während Tomes u. a. letzteren bestreiten. Bei Anfertigung von trockenen Schliffen findet man tatsächlich lufthaltige Räume, die im lebenden Zahne mit organischer Masse ausgefüllt sind. Man muß diese spaltförmigen Räume als Fehler der Entwicklungsperiode ansehen. v. Ebner glaubt, daß diese an trockenen Schliffen erkennbaren Hohlräume, welche sich ohne scharfe Abgrenzung erweisen, wohl sämtlich durch Eintrocknen unverkalkter Kittsubstanz entstanden sind, die als solche im lebenden Zahn nicht existieren. Es kommen aber auch wirkliche Fortsetzungen der Zahnbeinkanälchen bis in die Kittsubstanz des Schmelzes vor, ohne merkliche Aenderung des Lumens, oft sogar noch unter gabeliger Teilung. Dieser Ansicht v. Ebners schließen sich Tomes, Kölliker, Wedl, Hannover, Walkhoff u. a. an; sie bestreiten aber mit Ausnahme von Tomes, Bödecker und Abbot, daß diese Kanälchen zur Ernährung des Schmelzes dienen sollten. Walkhoff hält das Vorkommen der Kanälchen vielmehr für einen histogenetischen Prozeß und erklärt den Vorgang dahin, daß bei der Entwicklung der beiden Substanzen zuerst das Dentin

und dann der Schmelz sich bildet, infolgedessen eine Verschiebung der Grenzen dieser beiden Zahnsubstanzen eintritt. Dabei findet eine teilweise Resorption an der Zahnbeingrenze statt, bei welcher aber die Dentinkanälchen erhalten bleiben und von dem sich hier ablagernden Schmelz umschlossen werden. Einzelne später entstehende Zahnkanälchen widerstehen dieser Resorption und der Schmelz bildet sich einfach um dieselben herum. Bei den Marsupialiern ist diese Erscheinung konstant und typisch; die Kanälchen gehen nachgewiesenermaßen durch die ganze Dicke des größeren Schmelzbezirkes hindurch. Die einzige Ausnahme unter den jetzt lebenden Beutlern macht Phascolomys (Wombat), bei welchem die Zahnkanälchen nicht in den Schmelz sich erstrecken. Das Eindringen der Kanälchen in die Schmelzsubstanz kommt auch bei einigen Rodentien vor (Dipus sagitte) und bei Insektivoren (Soriciden). Die Behauptung von Tomes daß die Schmelzkanälchen der Marsupialier hohlen Schmelzfasern entsprechen, wird von v. Ebner bestritten; nach seinen Untersuchungen lägen bei diesen Tieren sowohl wie beim Menschen dieselben in der Kittsubstanz.

Die interprismatische Kittsubstanz. Die Frage dieser nach Walkhoff benannten Kortikalschicht ist nicht nur in bezug auf die Befestigung der Schmelzprismen untereinander von großer Wichtigkeit, sondern auch für die Annahme einer Säfteströmung im Schmelz und für die Ernährung desselben. Preiswerk behauptet, daß eine gewisse Säfteströmung, wenn auch minimalster Art, innerhalb dieser Bahnen vor sich gehe, da bei toten Zähnen nicht nur das Dentin, sondern erwiesenermaßen auch der Schmelz viel brüchiger ist, als er am lebenden Zahne war. Morgenstern hat sogar ein richtiges Lymphsystem zwischen Schmelz und Dentingrenze resp. zwischen Zement und Dentingrenze beschrieben, das Ausläufer in den Schmelz besitzt. Dieses Lymphsystem soll mit den Lymphgefäßen des Wurzelperiostes in Verbindung stehen und den Hauptanteil an der Ernährung der harten Zahnsubstanzen haben. Diese Ergebnisse sind jedoch von anderen Autoren nicht bestätigt worden.

Das Vorhandensein einer Kittsubstanz zwischen den Prismen wurde in früherer Zeit nicht angenommen (Hannover), oder wenigstens wurde behauptet, daß die Prismen ohne nachweisbare Zwischensubstanz sich berühren: Kölliker, Waldeyer, Hertz, Ch. Tomes. Daß die Kittsubstanz als solche überhaupt nicht vorhanden ist, versuchen Sudduth und Walkhoff zu beweisen. Während v. Ebner durch seine Untersuchungen festgestellt hat, daß bei Vergrößerung von 300—500 die Schmelzprismen durch einen meßbaren dicken, doppelt konturierten Streifen einer das Licht stärker als die Prismen brechenden Substanz getrennt sind, behauptet Walkhoff, daß dieses eine optische Täuschung sei. Diese Untersuchungen seien auf Längsschliffen von Prismen ausgeführt und müssen der Tiefenzeichnung des mikroskopischen Objektes zugeschrieben werden, indem der erwähnte Streifen nichts anderes sei, als eine undeutlich eingestellte Fläche des hexagonalen Schmelzprismas. Walkhoff führte seine Untersuchungen durchweg auf Querschliffen aus, bei welchen er trotz 2400-facher Vergrößerung keine Spur einer Kittsubstanz konstatieren konnte. Smreker hat durch Silberimprägnierung, wodurch die Kittsubstanz schwarz gefärbt wurde, letztere deutlich darstellen können. Die Imprägnation mit Silbernitrat gelingt aber nur dort, wo der

Schmelz nicht ganz homogen ist. Verkalkte Kittsubstanz dagegen kann weder mit Silber imprägniert werden, noch sonst durch Farbstoffe gefärbt werden. Nicht völlig verkalkte Prismen, wie solche namentlich im Bereich der Konturbänder und Konturstriche vorhanden sind, können ebenso wie die unverkalkte Kittsubstanz für Flüssigkeiten durchdringbar sein und können nicht nur vollständig gefärbt werden, sondern auch durch Imprägnierung mit Silber geschwärzt werden. Rudas, Caush u. a. haben auch durch Färbung die Kittsubstanz an Schliffen nachgewiesen, besonders nach der Smrekerschen Fuchsinmethode. v. Ebner bemerkt hierzu, daß die Imprägnations- und Färbemethoden immer noch Zweifel lassen können, wie weit man es mit gefärbter Kittsubstanz, wie weit mit von Farbstoffen erfüllten Spalträumen zu tun hat. Solche Zweifel werden erst durch die Untersuchung von mit Säuren entkalktem Schmelze behoben. In dieser Richtung hin haben Miller, Viggo Andresen und Bödecker jun. die Kittsubstanz dargestellt.

Die Walkhoffsche Theorie wird neuerdings auch von Williams bekämpft und bewiesen, daß die doppelte Kontur, die in Längsschliffen sichtbar ist, eine optische Wirkung ist; er beharrt auf seiner früheren Ansicht über das Vorhandensein einer Zwischensubstanz der Prismen oder Schmelzfasern, welch letztere Bezeichnung dieser Autor vorzieht. Williams hat Prismen auf Querschnitten photographiert, die mehr rundliche Form hatten, so daß notwendigerweise Zwischenräume vorhanden sein mußten. Er hält auch streng daran fest, daß zwischen den Schmelzfasern nur verkalkte Substanz sich vorfinden könne und die Existenz organischer Masse in größerer Menge ganz ausgeschlossen ist.

Die Hunter-Schregerschen Faserstreifen. Bei Betrachtung der Schmelzoberfläche sieht man aus der Tiefe hervorschimmernde Streifen, welche der Ausdruck der sich kreuzenden Lagen von Schmelzprismen sind. Bei Längsschliffen stellen diese Streifen im auffallenden Lichte abwechselnd helle und dunkle Bänder dar, welche vom Zahnbein gegen die Peripherie des Schmelzes ziehen. Der Schmelz erhält dadurch ein eigentümlich streifiges Aussehen. Hunter hat diese Streifen zuerst abgebildet und führt ihren Ursprung auf den Bau eines faserig kristallinischen Aggregates des Schmelzes zurück, indem er irrtümlicherweise diese von ihm benannten Faserstreifen (Fig. 18) auch auf Querschliffen des Zahnes abbildete, wo sie gar nicht vorhanden sind. Schreger dagegen zeichnete diese Streifen korrekter auf Längsschliffen ab; da die Prismen nicht radiär von der Dentingrenze nach der Oberfläche verlaufen, sondern Biegungen zeigen und letztere bei den Prismen der einen Ebene umgekehrt zu derjenigen der anderen verlaufen, so müssen Kreuzungen entstehen, welche diese Konturstreifen bei auffallendem Lichte ergeben. Bei verschiedenen Rodentien ist das Muster eines solchen Faserverlaufes deutlicher ausgeprägt als bei menschlichen Zähnen. v. Ebner begründet diese Streifenerscheinung auf einer entgegengesetzten Verlaufsrichtung von Prismengruppen, weshalb auch die optischen Eigentümlichkeiten der Streifen von Interesse sind. Sie treten nämlich nur dann deutlich hervor, wenn ihre Richtung mit der Reflexionsebene des Lichtes annähernd zusammenfällt. Unter diesen Umständen werfen die einen Streifen das Licht sehr stark zurück und erscheinen hell, während die anderen das Licht gar nicht zurückwerfen und daher dunkel aussehen.

Nach Walkhoff sind die Schregerschen Faserstreifen durch Druck bedingte Knickungen der Schmelzfasern. Aus analogen Gründen erklärt sich der gerade Verlauf der Kanälchen an der Spitze eines Zahnbeinhöckers. Gewiß mit Recht schließt Walkhoff aus dem Verlauf dieser Gebilde, welche so häufig quer über viele Schmelzprismen hinweggehen, daß dieselben zu deren Ernährung wohl kaum beitragen können.

Bei den Zähnen der Raubtiere kann man die Schregerschen Linien durch den intakten Schmelz hindurchschimmern sehen.

Nach Preiswerk handelt es sich bei dieser Streifung nicht um Verfärbung, denn bei einer Azimutaldrehung von 180° werden die dunklen Bänder hell und die hellen, wie Czermak schon nachgewiesen hat, dunkel. Preiswerk bezeichnet die Streifen quer durchschnittener Prismen als Diazonien (Fig. 19), die Streifen der Länge nach durchschnittener Prismen als Parazonien. (Zonien nennt dieser Autor solche Zeichnungen, wie sie sich bei stärkerer Vergrößerung am Längsschliffe des Zahnes zeigen. Es sind dies einfach Prismengürtel, welche, in einheitlich abwechselnder Biegung begriffen, am

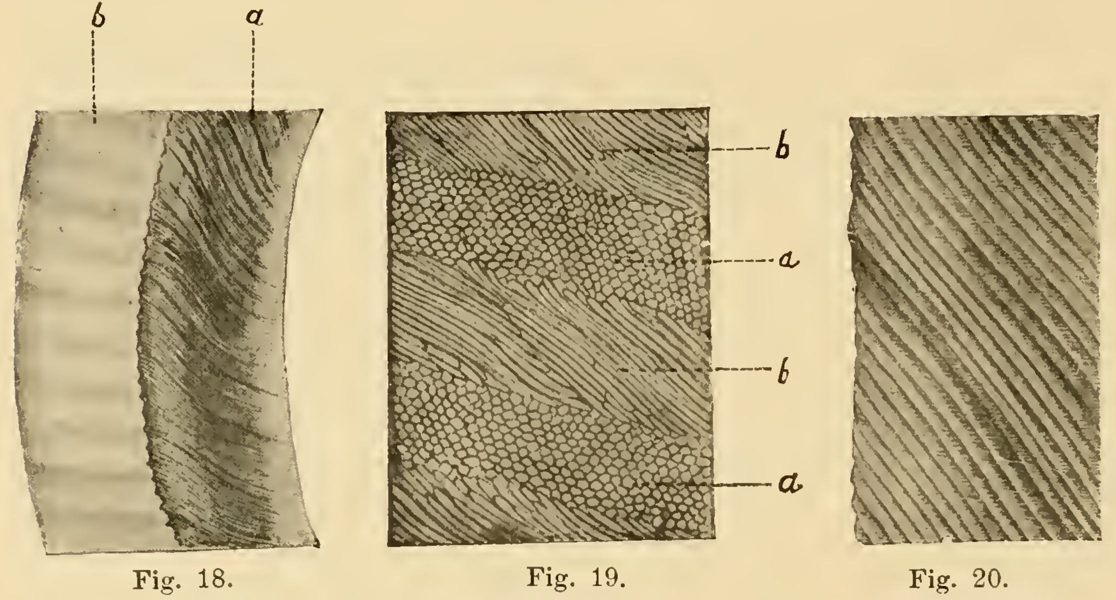


Fig. 18. Fig. 19. Fig. 20.

Fig. 18. **Dentin** (*a*) **und Schmelz** (*b*) mit Schregerschen Streifen. Auffallendes Licht. Längsschliff nach G. Preiswerk.

Fig. 19. **Zonien des Schmelzes.** *a* Diazonien, *b* Parazonien. Längsschliff nach G. Preiswerk.

Fig. 20. **Retziussche Parallelstreifen, in die Perikymatien der Schmelzoberfläche übergehend.** Längsschliff vom Schmelz. Nach G. Preiswerk.

Längsschliff zum Ausdruck kommen.) Jeder Schregersche Streifen besteht dementsprechend aus einer Diazonie und aus je einer Hälfte einer Parazonie. v. Ebner betont hierzu ausdrücklich, daß Diazonien und Parazonien nur im mittleren Teile der Schmelzdicke, nicht aber im Basal- und Oberflächenteile ausgebildet sind. Es liegen hier tatsächlich Strukturverhältnisse vor, welche mit den Schregerschen Streifen, die hier am meisten in Betracht kämen, nichts gemein haben. Preiswerk bemerkt hierzu noch, daß bei gewissen Tieren, besonders bei Karnivoren und Rodentien, diese Verhältnisse viel schöner zu sehen sind als beim Menschen, und führt als klassisches Beispiel für Zonienbildung den Schneidezahn von Sciurus und des Eichhörn-

chens an. Jede Zonie wird hier nur aus einer Prismenanlage gebildet. Preiswerk bemerkt hierzu, daß der jugendliche Schmelz noch keine Gelbfärbung zeigt, wohl aber der ältere, und zwar nimmt die Intensivität der Farbe mit dem Alter des Schmelzes zu. Die Anordnung der Zonien ist für verschiedene Tierklassen eine so charakteristische, daß sie mit Erfolg zur Diagnose bei phylogenetischen Bestimmungen dienen kann.

Die Retziusschen Konturstreifen. Außer den Schregerschen Faserstreifen zeigt der Schmelz des Menschen, ebenso der Säugetiere, besonders der Bunodonten und Lophodonten, bräunliche Linien, die jedoch nie oder fast niemals ganz parallel mit der äußeren Fläche des Schmelzes verlaufen, aber trotzdem eine gewisse parallele Richtung zur Oberfläche desselben bewahren. Man nennt diese Streifen Retziussche Konturlinien (Fig. 20). Diejenigen Autoren, welche das Vorkommen einer Kittsubstanz voraussetzen, erklären diese Konturen damit, daß diese Kittsubstanz im Präparat eingetrocknet und Luft in den leeren Raum zwischen den Prismen eingedrungen ist. Walkhoff, welcher eine Kittsubstanz nicht voraussetzt, erklärt diese Kontur in der Weise, daß die Schmelzprismen infolge einer Störung im Verhärtungsprozesse mangelhaft verkalkt sind. In ihrem Verlaufe schneiden die Konturlinien die Schmelzfasern unter einem Winkel von ca. 45°. Gegen die Kaufläche hin wird ihr Verlauf immer steiler, bis sie endlich bogenförmig mit denjenigen der anderen Seite zusammentreffen. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Streifen werden immer größer und die letzteren verschwinden allmählich ganz. Die typischen Parallelstreifen sieht man an trockenen Schliffen, zugleich mit den Faserstreifen, bei reflektiertem auffallenden Licht als weiße Linien oder Bänder; im durchfallenden Lichte erscheinen sie bräunlich. Preiswerk bezeichnet die letzteren als Konturstriche. Außer diesen Streifen kommen noch andere vor, welche die Oberfläche des Schmelzes nicht erreichen und welche den eben beschriebenen im allgemeinen parallel verlaufen, meist aber ziemlich unregelmäßig verteilt sind; diese werden von Preiswerk als Konturbänder bezeichnet. Die Konturstriche sind bei selenodonten Perissodaktylen und Artiodaktylen nicht mehr vorhanden, dagegen ein breites Konturband.

Nach Baume entstehen die Konturlinien durch das reihenweise Auftreten von mit Luft erfüllten interprismatischen Hohlräumen, und die Querstreifung der einzelnen Prismen ist nach diesem Autor nur der Ausdruck der schichtenweisen Ablagerung unter Bildung von Interstitien oder Septen, deren Konsolidierung erst allmählich durch fortschreitende Verkalkung erfolgt. Dieser Ansicht sind auch Retzius, Kölliker, Tomes u. a. Retzius vermutet, daß die bräunlichen Parallelstreifen von dem Zusammentreffen der Querstreifen übereinander liegender Schmelzprismen oder von einer eigentümlichen Pigmentierung, wahrscheinlich aber von beiden, herrühren. Während Baume als Ursache der braunen Farbe eingedrungene Luft annimmt, macht Kollmann darauf aufmerksam, daß die Streifen nur in durchfallendem Lichte bräunlich erscheinen, im auffallenden Lichte aber weiß. Das spricht aber gegen die Theorie der Pigmentierung, die von Hertz, Czermak u. a. aufgestellt ist.

Im Schmelz mancher Rodentien findet sich Pigment an den äußeren Schichten, das aber keine scharf umschriebene Grenze hat, sondern sich

allmählich in das umgebende farblose Gewebe verliert. Einige Autoren haben vermutet, daß das Pigment in einer sogenannten Zementschicht oder in einer besonderen Schmelzschicht sich befinde, Tomes bestreitet dies jedoch.

Preiswerk hat die Beobachtung gemacht, daß im ganzen Tierreich das Vorhandensein der Konturstriche an dasjenige der **Schmelzwülstchen** gebunden ist, die Preiswerk als Perikymatien (Fig. 21) bezeichnet: keine Parallelstreifen ohne Perikymatien! Wie letztere, scheinen auch die Konturstriche Ausdruck schichtweiser Ablagerung des Schmelzes zu sein. Die Perikymatien sind an den Zähnen vieler Säugetiere vorhanden, sie fehlen aber den Halbaffen, Raubtieren und Insektivoren zugleich mit den Konturstrichen. Nach Czermak kommen die Schmelzwülstchen nur an den permanenten Zähnen, niemals an Milchzähnen vor, denen auch die Retziusschen Streifen fehlen. Leeuwenhoek, welcher die Schmelzwülstchen in Form von feinen Ringen zuerst beschrieb, die um den Zahn bezw. die Zahnkrone in horizontaler Anordnung sichtbar sind, leitet die Entstehung derselben von der „ruckweisen Bewegung" des das Zahnfleisch durchbrechenden Zahnes ab. Diese Streifen machen in ihrer Form und Anordnung einen ähnlichen Eindruck, wie die Epidermisrisse an der Volarseite der Fingerspitzen, der sogenannten Fingerkuppe. Diese Schmelzwülstchen sind nächst der Schmelzgrenze am dichtesten gruppiert; je weiter sie sich vom Zahnhals entfernen, desto größer werden ihre Abstände.



Fig. 21. **Krone eines oberen zentralen Schneidezahnes mit Perikymatien.** Nach G. Preiswerk.

Das **Schmelzoberhäutchen**, die Cuticula dentis, wurde zuerst von Nasmyth beschrieben und stellt eine 1—2 μ dicke verhornte strukturlose Membran vor, welche sehr widerstandsfähig gegen Reagentien ist und gewissermaßen die Schutzhülle für den Zahn repräsentiert, dessen Krone von diesem Häutchen überzogen wird. Bei Einwirkung von Mineralsäuren und organischen Säuren quillt die Cuticula auf, entfärbt sich und löst sich in weißen Fetzen ab. Auf der Seite, welche der äußeren Schmelzfläche zugewendet ist, zeigt die Cuticula kleine polygonale Felder, welche den Schmelzprismen entsprechen. Bei ganz jungen Zähnen besitzt das Schmelzoberhäutchen ein epithelartiges Gefüge und stammt vom äußeren Epithellager des Schmelzorganes; bei älteren Zähnen ist die Textur nicht mehr erkennbar.

Ueber die Entstehung der Cuticula herrschen zwei Ansichten. Nach der einen entwickelt sich die Membran aus dem Schmelzorgan (Kölliker, Waldeyer u. a.), nach der anderen ist sie eine Ausscheidung des Zahnsäckchens, also bindegewebigen Ursprunges (Tomes, Baume u. a.).

Nach Kölliker entsteht das Oberhäutchen in der Weise, daß die Schmelzzellen nach vollendeter Bildung des Schmelzes noch eine zusammenhängende Membran, die Cuticula, als Bekleidung des Ganzen liefern; Kölliker betrachtet diese Membran als eine Art Firnis für die Oberfläche des Schmelzes. Waldeyer bestreitet diese kutikulare Bildung, weil er durch Behandlung mit Höllenstein und Salz-

säure die Umrisse von Epithelzellen zu sehen glaubte. Er vergleicht die hierbei auftretenden eigentümlichen Zeichnungen mit großen Epithelzellen und hält sie für verhornte Zellen des äußeren Epithels des Schmelzorganes; nach seiner Ansicht bildet sich aus diesen Zellen das Schmelzoberhäutchen. Dieser Ansicht von Waldeyer, daß das äußere Epithel die Cuticula bildet, treten Walkhoff und Röse entgegen; in Röses Präparaten ist das äußere Epithel bereits bei einem Embryo von 6 Monaten siebartig durchlöchert, und durch die Löcher findet ein Durchtritt von Bindegewebe mit Blutgefäßen statt, die mit der Schmelzpulpa in Verbindung treten. v. Ebner glaubt, daß der zuletzt gebildete Kutikularsaum durch hornartige Umwandlung zum Schmelzoberhäutchen wird. Nach Tomes, Wedl, Baume, Magitot entspricht das Häutchen dem Kronenzement verschiedener Säugetiere. Tomes betrachtet die Cuticula als eine Fortsetzung des Zementes, da sie sich tatsächlich vom Zement direkt auf die Krone erstreckt. Tomes findet das Häutchen in den Vertiefungen der Krone der Molaren verdickt vor und es enthält Knochenkörperchen. Auch Wedl bestätigt diese Ansicht, indem er darauf hinweist, daß die vergleichende und die pathologische Anatomie diese Erklärung erleichtern. Dagegen kann v. Ebner dieser Hypothese um so weniger beipflichten, als er sich von der Richtigkeit der Angaben von Kölliker und v. Brun überzeugt hat, daß unter dem Kronenzement noch ein deutliches Schmelzoberhäutchen nachgewiesen werden kann (z. B. bei den Molaren von *Cavia cobaya*). Preiswerk bemerkt hierzu, daß die Beweisführung von v. Ebner, welcher auf die entwicklungsgeschichtliche Tatsache hinweist, daß das Schmelzoberhäutchen von Ameloblasten abstamme und daß in keiner Entwicklungsperiode osteogenes Gewebe beim Menschen über der Schmelzanlage zu treffen sei, für diese Auffassung beweisend zu sein.

Nasmyth, der zuerst auf die Existenz dieser Membran hinwies, betrachtete dieses Häutchen als „a persistant dental capsule", eine Ansicht, die nicht wesentlich von anderen Autoren, wie Underwood, Caush, Tomes, Magitot, Wedl u. a. abweicht. Huxley beschreibt die Cuticula als identisch mit der *Membrana praeformativa*, d. h. mit einer Membran, welche die Zahnpapille vor dem Auftreten der Verkalkung bedeckte, und die später zwischen den ausgebildeten Schmelz und das Schmelzorgan sich hineinlegte. (Ueber diese viel umstrittene Membrana praeformativa wird in einem späteren Kapitel bei der Entwicklung der Zähne noch die Rede sein.)

Struktur des Zahnbeins.

Das Zahnbein, das Dentin, auch Elfenbein genannt, die Substantia eburnea, macht den größten Teil des Zahnes aus und repräsentiert gewissermaßen den eigentlichen Körper desselben. Es stellt den Zahn in seiner ganzen Form gleichsam im verkleinerten Maßstabe dar; selbst wenn alle übrigen Gewebe, welche den Zahn zusammensetzen, entfernt würden, so wäre der Zahn in seiner Form und dem äußeren Aussehen nach als Zahn erkennbar. In seinem Kronenteile ist das Dentin vom Schmelz, im Wurzelteile vom Zement überzogen und schließt in seinem Innern die Pulpahöhle mit der Pulpa ein. Das Zahnbein liegt nirgends frei, höchstens infolge äußerer Insulte am Zahnhals; hier ist die deckende Schutzschicht des Schmelzes am dünnsten.

Das Zahnbein ist viel härter als gewöhnliche Knochensubstanz, es ist also härter als das Zement, aber steht dem Schmelz hierin bedeutend nach; seine Härte beträgt 5—6 der Mohsschen Skala. Das Zahnbein ist sehr elastisch analog der Hornsubstanz.

Die Farbe des Dentins ist gelblichweiß und verändert sich nur bei krankhaften Zuständen des Zahnes, wo das Zahnbein auch seine harte Konsistenz verliert. Freiliegende Stellen des Zahnbeins können durch Pigmentierung einen dunkleren Ton erhalten. Gesundes Dentin bildet gewissermaßen eine transparente Substanz, deren Durchsichtigkeit am meisten mit seiner Opazität kontrastiert, welche sich bei Beginn der Karies zeigt. Auf der Bruchfläche hat es einen seidenartig schillernden Glanz, der nach Tomes hauptsächlich von Luft in den Kanälchen herrührt und den man besser in trockenem als im frischen Dentin erkennen kann.

Es gibt verschiedene Arten von Zahnbein, in welchen jene Struktureigentümlichkeiten, durch welche sich diese Zahnmasse vom Knochen unterscheidet, nicht scharf genug ausgesprochen sind, so daß es oft schwierig ist, zu unterscheiden, ob das betreffende vorliegende Gewebe zum Knochen oder zum Zahnbein zu rechnen sei. Das letztere variiert ebenso sehr in seiner Struktur, daß es in mehrere Arten unterschieden werden kann. Nach Tomes gibt es hartes oder gefäßloses Dentin, Plicidentin, Vasodentin, Osteodentin. Die letzten drei Arten kommen mehr bei den niederen Wirbeltieren, besonders den Fischen, vor, während das harte Dentin, auch Orthodentin genannt, für die Zähne der Säugetiere und des Menschen charakteristisch ist.

Das harte Dentin besteht histologisch aus einer organischen Grundsubstanz und den dieselbe in radiärer Richtung durchsetzenden Zahnbeinkanälchen mit den Zahnscheiden und den Zahnfasern.

Die **Grundsubstanz** stellt eine gelbliche knorpelartige Masse vor, die im trockenen Zustande von fester horniger Konsistenz ist und beim Kochen Leim gibt (Kollagen); sie ist eine anscheinend homogene, das Licht doppelt brechende Substanz. Sie ist in nur geringer Menge zwischen den Kanälchen vorhanden und zeigt durch schichtenweise Ablagerung eine lamellöse Anordnung, und man beobachtet häufig an Schliffen als Ausdruck der Konturlinien. Vom typischen Knochen der höheren Vertebraten unterscheidet sich das Zahnbein im normalen Zustande vor allem dadurch, daß im Gewebe selbst keine Zellen eingeschlossen sind. Die kernhaltigen Bildungszellen, die Odontoblasten, sind an der Innenseite des Zahnbeins, gleichsam als begrenzende Oberfläche der Pulpa gelegen. Die Grundsubstanz wurde früher als durchaus homogen bezeichnet. Dem ist aber nicht so. Bei Behandlung mit Salzsäure unter Zusatz einer 10—20-proz. Kochsalzlösung, kann man an feinen Schnitten eine fibrilläre Struktur deutlich erkennen, die sogenannten Zahnbeinfibrillen, die von besonderer Feinheit sind (0,3 μ dick). Diese Fibrillen verlaufen nicht parallel zu den Kanälchen, sondern sie bilden Schichten mit je nach der Lage am Zahne verschiedener Verlaufsrichtung und folgen oft in lamellöser Anordnung der äußeren Kontur der Zahnkrone. In die Grundsubstanz eingebettet liegen die Zahnbeinkanälchen, 3—4 μ weite, von der Pulpakammer nach der Peripherie ausstrahlende Röhren von schraubenartigem Verlauf.

Das Dentin vieler Säugetiere ist reicher an phosphorsaurer Magnesia als das menschliche. Auf Grund pathologischer und embryologischer Befunde nimmt RÖSE an, daß das Zahnbein das älteste Hartgewebe der Vertebraten repräsentiert und daß der Knochen erst später, bisweilen allerdings unmittelbar nach dem Zahnbein, aufgetreten ist. Bedingung für die Entstehung von echtem Zahnbein ist das Vorhandensein der Epithelscheide, von deren Innenfläche jenes seinen Ausgang nimmt, während die gelegentliche Schmelzproduktion erst eine sekundäre nebensächliche Eigenschaft der Epithelscheide ist.

Die **Zahnbeinkanälchen**, Dentinröhrchen, Zahnkanälchen, Canaliculi dentium, stehen durch offene Mündungen mit dem Cavum dentis in Kommunikation. Sie zeigen in verschiedenen Teilen einen verschiedenen Verlauf. In der Wurzel sind sie horizontal gelagert und richten sich gegen die Krone hin ziemlich auf. Von der Pulpahöhle aus gehen die Kanälchen radienförmig, aber immerhin in Wellenlinien, aufwärts zur Peripherie des Zahnbeins, welche sie aber nicht ganz erreichen, indem sie allmählich dünner werden und sich verästeln, nachdem sie schon vorher durch feine Seitensprossen miteinander in Verbindung getreten sind. In der Regel lassen sich an dem Verlauf der Kanälchen zwei Arten von Kurven unterscheiden: primäre und sekundäre Krümmungen; erstere sind die längeren und biegen nicht so plötzlich um wie die kleineren Kurven. Die primären Kurven bestehen meist aus einer S-förmigen Krümmung, die sich durch die ganze Länge des Röhrchens zieht, während die sekundären Kurven Wellenlinien bilden, die mehr oder weniger schraubenförmig verlaufen; die sekundären Kurven sind auch viel zahlreicher.

An der Zement- oder Schmelzgrenze werden die Kanälchen ganz fein und verlieren sich mit birnförmigen Enden in den Interglobularmassen und der körnigen Grenzschicht des Dentins, oder sie endigen zugespitzt in der Grundsubstanz. Oefter finden sich auch sogenannte Endschlingen zwischen den Ausläufern benachbarter Dentinröhrchen; bisweilen dringen sie noch ein Stück weit in den Schmelz hinein und bilden sogenannte Endschlingen. Diese Art der Endigung, wie schon beim Schmelz erwähnt wurde, ist hier besonders charakteristisch, wo einige Röhrchen zu kolbigen Gebilden auswachsen, welche mehrere Mikren weit in die Substanz des Schmelzes vordringen, RÖMER und MORGENSTERN bezeichnen diese Endigungen der Kanälchen als Nervenendigungen, während PREISWERK, RÖSE, v. EBNER u. a. dieser Hypothese entschieden gegenübertreten. Auch nach den Untersuchungen von WALKHOFF wird der Glaube an eine Innervation des Zahnbeins immer mehr wankend. Die ausführlichsten diesbezüglichen Studien hat MORGENSTERN veröffentlicht. Dieser Autor hat auch Lymphbahnen im Zahnbein und Schmelz beschrieben und unterscheidet an der Grenze zwischen diesen beiden Zahnsubstanzen ein besonderes Nervenblatt. v. EBNER bemerkt hierzu, daß es sich hier, was die Nerven betrifft, wohl nur um Trugbilder handelt,

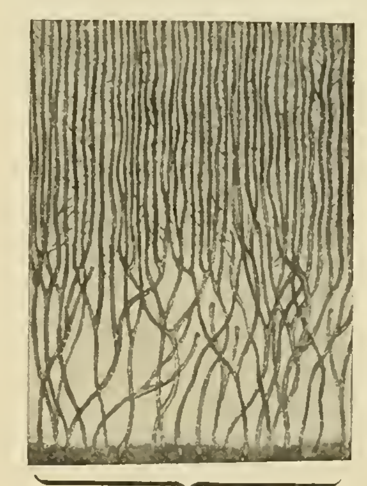


Fig. 22. **Verzweigung der Dentinröhrchen.** Längsschliff nach G. PREISWERK.

und als Lymphbahnen werden Kanälchen und andere unverkalkte Teile im Schmelz, sowie im angrenzenden Dentin und Zement gedeutet, deren Zusammenhang mit Lymphgefäßen nicht erwiesen ist.

Was die Frage überhaupt betrifft, ob wirkliche Nervenfasern in die Zahnbeinkanälchen eintreten, so muß man erwägen, daß in solchen Geweben, welche vermöge ihrer Durchsichtigkeit sehr leicht zu untersuchen sind, Nervenfasern von so ungeheurer Feinheit nachgewiesen worden sind, von welchen man bisher keine Ahnung hatte; das heißt also, je leichter ein Gewebe zu untersuchen ist, um so feiner sind die Nerven, die darin vorkommen. Das Zahnbein ist daher eine der schwierigsten Substanzen für den Nachweis feiner Nervenfasern, falls solche wirklich darin vorhanden sind. Wenn auch die hohe Sensibilität des Zahnbeins für den innigen Zusammenhang mit dem Zentralnervensystem spricht, so ist es den verschiedenen Odontologen immer noch nicht gelungen, den Nachweis von Nerven im Zahnbein zu führen.

Das Eindringen der Zahnkanälchen in den Schmelz hinein ist nach Tomes im normalen Zahne des Menschen eine Ausnahme und soll mehr als pathologischer Zustand angesehen werden. Bei den Marsupialiern und vielen Fischen (*Sphaerodus, Serrasalmo*) und anderen Vertebraten ist dies aber ein vollkommen normales und charakteristisches Verhältnis, obgleich es schwierig ist, zu verstehen, in welcher Weise dasselbe mit dem Entwicklungsverlauf der beiden Gewebe zustande gekommen ist.

Die Zahnbeinkanälchen zeigen an ihrem Querschnitt eine kreisrunde Begrenzungsschicht, die sogenannte Neumannsche Scheide. Diese Scheiden, Zahnfaserscheiden, Vaginae dentales, bilden somit rings um die Oeffnungen oder am Lumen der Zahnkanälchen einen Saum; derselbe ist gelblich und, wie die Grundsubstanz, verkalkt, sehr widerstandsfähig und läßt sich durch Säuren isolieren. Aehnliche unzerstörbare Gewebe sind auch rings um die Haversschen Kanälchen und Knochenlakunen vorhanden. Im Innern liegt die unverkalkte Tomessche Faser.

Nach der Entdeckung dieser Fasern wurden dieselben längere Zeit hindurch mit den Zahnscheiden identifiziert (Henle, Kölliker), bis es Neumann gelang, beide Bildungen definitiv festzustellen. Zwar haben in neuerer Zeit Magitot, Sudduth, Fasoli, Römer wieder die Neumannschen Scheiden und die Tomessche Faser als identisch erklärt, doch ist es ihnen nicht gelungen, diese mit Recht verlassene Anschauung überzeugend zu begründen. In eingehender Weise hat Fleischmann diese Frage behandelt und durch Hämatoxylin- und Saffraninfärbung die Neumannschen Scheiden und zugleich die Tomesschen Fasern an Schnitten klar dargestellt. Nach Tomes und Neumann erstrecken sich diese Fasern bis in die peripheren Verzweigungen der Zahnkanälchen. v. Ebner bezweifelt aber, ob sich Zahnscheiden und Fasern in den Schmelz fortsetzen. Röse hat, gestützt auf die Golgische Untersuchungsmethode, durch Silbernitrat die Neumannschen Scheiden vollkommen weiß dargestellt; da die Grundsubstanz beim Färbeprozesse ungefärbt bleibt, so ist es erklärlich, daß sie sich von den Zahnscheiden durch den Grad der Verkalkung unterscheidet, eine Tatsache, die dadurch plausibel wird, daß in einem Längsschliffe eine frisch entwickelte Dentinschicht bei dieser Färbungsmethode tief schwarz erscheint. Röse bestätigt die Behauptung, daß die Neumannschen Scheiden widerstandsfähig gegen Säuren sowohl als auch gegen Karies des Zahnbeins sind.

Die Zahnscheiden treten besonders auf Querschnitten als deutliche Ringe hervor und zeigen sich so deutlicher als die eigentlichen Wandungen der Zahnbeinkanälchen.

Die **Zahnfasern, Fibrae dentales, TOMESsche Fibrillen,** die in den Zahnkanälchen liegen, sind die verlängerten Fortsätze der Odontoblasten; sie stimmen mit den Ausläufern der Knochenkörperchen überein, nicht aber mit diesen selbst. Sie füllen die Kanalweite nicht aus und sind von geringer Menge Gewebsflüssigkeit umgeben. Diese Fasern wurden zuerst von J. Tomes entdeckt und sind deshalb als Tomessche Fibrillen bezeichnet worden. Sie bleiben unverkalkt und so elastisch, daß man sie aus den Zahnkanälchen herausziehen kann. Ueber die Fibrillen gehen die Ansichten sehr auseinander; irgendwelche Struktur konnte bisher mit Sicherheit nicht konstatiert werden, sondern sie zeigen ein ganz homogenes Aussehen. Waldeyer betont die charakteristische Dehnbarkeit der Fibrillen und sagt, „daß, wenn man die Pulpaoberfläche vom Dentin abzieht, die Fortsätze der Dentinzellen sich wie Harfensaiten anspannen lassen". Die Funktion der Fibrillen besteht nach Preiswerk darin, daß sie einerseits zentrifugal die Nährflüssigkeit leiten und andererseits zentripetal die Empfindung vermitteln; auch fällt ihnen wahrscheinlich eine Schutzwirkung oder wenigstens eine Reaktion gegen die Zahnkaries zu.

Das Dentin ist beim Menschen in seltenen Fällen durch und durch gleichmäßig verkalkt, und es bestehen meist unverkalkte Stellen in der Grundsubstanz, das sind die sogenannten **Interglobularräume** (Fig. 23), die sowohl im Kronen- als auch im Wurzelteile liegen. Gegen diese Räume grenzt sich das verkalkte Gewebe durch kugelartige Vorsprünge ab: Zahnbeinkugeln nach Kölliker, so daß diese Interglobularräume der Form von Kugelsegmenten entsprechen. Auf Schnitten erzeugen die Interglobularräume die sogenannten Owenschen Konturlinien. Diese letzteren entsprechen nach Czermak einer schichtweisen Ablagerung bezw. stufenweisen Verkalkung (Kölliker) des Zahnbeins. Bei der Bildung des Dentins grenzt sich nämlich der bereits verkalkte Teil gegen den unverkalkten in Form einer Fläche ab, die mit halbkugeligen Vorsprüngen besetzt ist, und diese Fläche veranlaßt sodann bei Unterbrechung des Verkalkungsprozesses die Bildung der Interglobularräume. Die der Pulpa zugewendete Seite des Dentins ist nach dem Befund von Czermak, Kölliker und Wedl besonders im Kronenteil oft mit Zahnbeinkugeln besetzt. Nach Preiswerk sind die Hohlräume auch nichts anderes als unverkalktes Zahnbein, welches die aus Kreissegmenten gebildete Verkalkungslinie beibehalten hat; die Räume selbst enthalten Zahnknorpel und ununterbrochen dasselbe durchsetzende Zahnbeinröhrchen. Im Kronenteil zeigen die Interglobularräume betreffs ihrer Gruppierung und Größenverhältnisse manche Verschiedenheiten; bei schlecht entwickelten Zähnen sind die Räume regelmäßig viel größer als in normal gebauten Zähnen. Bei ausgetrockneten Schliffen erscheinen die Interglobularräume

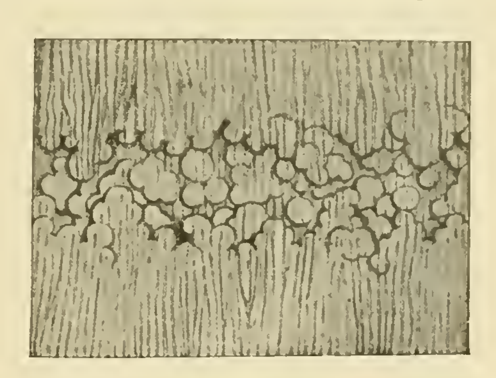


Fig. 23. **Interglobularräume des Zahnbeines.** Längsschliff nach G. Preiswerk.

dunkel und ähneln den Knochenhöhlen, besonders an der Zementgrenze, am Hals- und Wurzelteile des Zahnes, wo sie in großer Zahl, aber in kleineren Dimensionen vorhanden sind. Das zwischen den Hohlräumen befindliche Zahnbein erscheint dann in sogenannte Globularmassen aufgelöst. Tomes hat diese körnige dunkle Masse als Körnerschicht, Stratum granulosum *(granular layer)* bezeichnet; dieselbe steht mit dem Zemente stellenweise in direkter Berührung oder es liegt teilweise eine dünne Schicht homogenen Zahnbeines dazwischen. Die Zahnkanälchen laufen in dieses Stratum büschelartig aus.

Die Interglobularräume erscheinen nur an trockenen Schliffen als lufthaltig und haben desfalls, namentlich wenn sie klein sind, wie im Stratum granulosum, unter dem Zement, wie schon erwähnt, große Aehnlichkeit mit den Knochenhöhlen oder Knochenkörperchen. Diese Uebereinstimmung ist allerdings nur eine oberflächliche, denn die Knochenhöhlen, namentlich bei jungen Knochen, enthalten regelmäßig kernhaltige Zellen, während dies bei den Interglobularräumen nicht vorkommt. Nach Waldeyer zeigen die Hohlräume junger Kalbszähne Zellen; doch sind diese zellenhaltigen Lakunen nicht zu verwechseln mit den echten Interglobularräumen. Diese Lakunen, die im Wurzelteil des Zahnes unmittelbar unter dem Zement bisweilen auftreten, sind den zellenhaltigen Höhlen des Knochengewebes, wie eben betont, nur anscheinend ähnlich, denn die echten Interglobularräume enthalten in keinem Stadium ihrer Entwicklung Zellen (v. Ebner).

Die Zahnbeinkugeln zeigen sich beim Verkalkungsvorgange des menschlichen Dentins mit großer Regelmäßigkeit; Owen bezeichnete sie als Dentinzellen, Dentinal cells. Tomes und Walkhoff bringen die Kugelbildungen mit den schon früher erwähnten Kalkosphäriten von Rainie und Harting in Beziehung. v. Ebner bemerkt hierzu, daß diese Kalkosphärite eine geschichtete und gleichzeitig oft radiärfaserige Struktur haben, wovon jedoch bei den Dentinkugeln keine Spur zu entdecken ist. Die verkalkende Substanz der Kugeln stört offenbar die molekulare Anordnung der fibrillären leimgebenden Grundsubstanz in keiner Weise, da im Bereiche dieser Kugeln die Doppelbrechung ganz dieselbe ist, wie an Stellen, wo die Kugeln fehlen; damit scheint es also erwiesen, daß die Zahnbeinkugeln keine Kalkosphäriten sind.

Mit der fibrillären Struktur und dem Verlaufe der Zahnbeinkanälchen hängt der eigentümliche **Seidenglanz des Dentins** zusammen, welchen man mit bloßem Auge, im auffallenden Lichte, an Längs- und Querschnitten beobachtet. Nach v. Ebner wechselt der Glanz je nach der Richtung der Zahnkanälchen bezw. des Faserverlaufes, wodurch das Dentin unregelmäßig gestreift erscheint. Die Streifen fallen mit den Hauptbiegungen der Zahnkanälchen am Längsschliffe zusammen und werden als Schregersche Linien bezeichnet; dieselben wurden von Retzius und Owen zuerst beschrieben; sie verlaufen konzentrisch und parallel den Zahnkonturen; sie verdanken ihre Entstehung den gleichgerichteten Hauptbiegungen der Zahnkanälchen. Unter gewissen Umständen, besonders im höheren Lebensalter, verliert sich der Seidenglanz und der Zahn nimmt ein gelbliches hornartiges Aussehen an, wird transparent und in dünnen Schliffen durchsichtig. Dieser Eigenschaft entsprechend wird das Dentin als transparent oder diaphan bezeichnet. Der Zustand der Trans-

parenz ist regelmäßig in den Wurzeln der Zähne älterer Individuen zu beobachten, bisweilen auch in den Kronen solcher Zähne, auch bei kariösen und stark abgekauten Zähnen. Tomes sieht die Ursache der Transparenz in einer Konsolidation der Tomesschen Fasern innerhalb der Kanälchen. Diese obliterieren und machen ihren Umriß dunkel. Die Konsolidation der Fasern führt Tomes auf ihre Verkalkung zurück. Walkhoff kommt auf Grund seiner Untersuchungen, unter Zurückweisung aller bisher aufgestellten Theorien, zu dem Schluß, daß das transparente Dentin der Ausdruck einer vitalen physiologischen Tätigkeit der Zahnfasern sei, welche normales Zahnbein in normaler Weise auf Kosten ihrer eigenen Größe produziere. Dieser Autor ist also der Ansicht, daß nicht eine Verkalkung der Fibrillen, sondern eine fortschreitende Neubildung von Zahnbeingrundsubstanz seitens der Fasern innerhalb der Kanälchen die Transparenz herbeiführe. Miller schließt sich der Walkhoffschen Meinung an. Magitot unterstützt im Prinzip die Tomessche Auffassung. Leber und Rottenstein bestreiten, daß die Transparenz die Folge eines vitalen Prozesses sei. Nach Baume ist primär jedenfalls eine Verminderung des Kalkinhaltes die Ursache der Transparenz. L. Fleischmann hat neuerdings eingehende Untersuchungen über die Transparenz des Dentins bei senilen Zähnen gemacht und faßt das Resultat seiner Studien dahin zusammen, daß das Transparentwerden des Zahnbeins eine Folge der vollständigen Obliteration der Kanälchen ist; diese Obliteration wird durch Ablagerung einer Substanz herbeigeführt, die aller Wahrscheinlichkeit nach aus Kalksalzen besteht; ob es sich um eine Einlagerung der Kalksalze in die Tomessche Faser handelt oder um eine Ausscheidung in die Kanälchen durch diese Fibrillen, läßt sich nicht bestimmt sagen; die Neumannschen Scheiden und die Zahnbeingrundsubstanz erleiden beim Transparentwerden keine Veränderung. Diese Ergebnisse differieren von der Walkhoffschen Theorie insofern, als nach letzterer die Kanälchen obliteriert werden, als Folge reaktiver Tätigkeit im Sinne eines physiologischen Vorganges, als Folge von Neubildung von Zahnbeingrundsubstanz rings um die Fasern, wobei die Kanäle enger werden, aber nicht völlig verschwinden. Nach Fleischmann aber ist der Prozeß regressiv, ein Unterschied zwischen dem Lumen der Kanälchen transparenten und normalen Zahnbeins ist nicht vorhanden, aber das Lumen beim transparenten Dentin ist durch Kalksalze angefüllt. In beiden Fällen wird demzufolge die normale Struktur an Schliffen ganz verwischt, um nach Einwirkung von Säuren jedoch wieder deutlich hervorzutreten.

Das normale Zahnbein des Menschen und der meisten Säugetiere ist das oben geschilderte. Es enthält, soweit bis jetzt nachgewiesen werden konnte, weder Nerven noch Gefäße und Zellen, abgesehen von dem ausnahmsweisen Auftreten vereinzelter Knochenzellen unter dem Zement des Wurzelteiles. Tomes bezeichnet diese Art von Zahnbein, wie schon erwähnt, als hartes, gefäßloses Dentin. Bei den niederen Vertebraten kommen aber noch andere Arten von Dentin vor, die gefäßhaltig und auch knochenähnlich sind.

Das Plicidentin (Fig. 24, 25, 27), ohne wahre Dentinkanälchen gebildet durch die Verkalkung einer Pulpa, deren Odontoblasten tragende Oberfläche gefaltet und eingebuchtet ist. Das Vasodentin, ohne wahre Dentinröhrchen, obgleich es ausschließlich von der Odontoblastenschicht einer einfachen Pulpa gebildet wird; es ist reichlich

von größeren Kanälen durchsetzt, welche Kapillargefäße enthalten. Das typische Osteodentin, ohne wahre Dentinröhrchen, gebildet durch eine Verkalkung, welche durch die ganze Substanz der bildenden Pulpa geht, so daß es also nicht von einer besonderen Odontoblastenschicht gebildet wird. Die größeren Röhrchen enthalten keine Kapillaren. Der Unterschied vom Knochen besteht darin, daß Osteodentin in der Dentinpulpa entwickelt wird. Diesen Varietäten steht das echte, harte, gefäßlose Dentin der Säugetiere gegenüber, das ausschließlich von der Odontoblastenschicht der Dentinpulpa gebildet und von einem System von Zahnkanälchen durchsetzt wird, welche von einer zentralen Pulpakammer ausstrahlen.

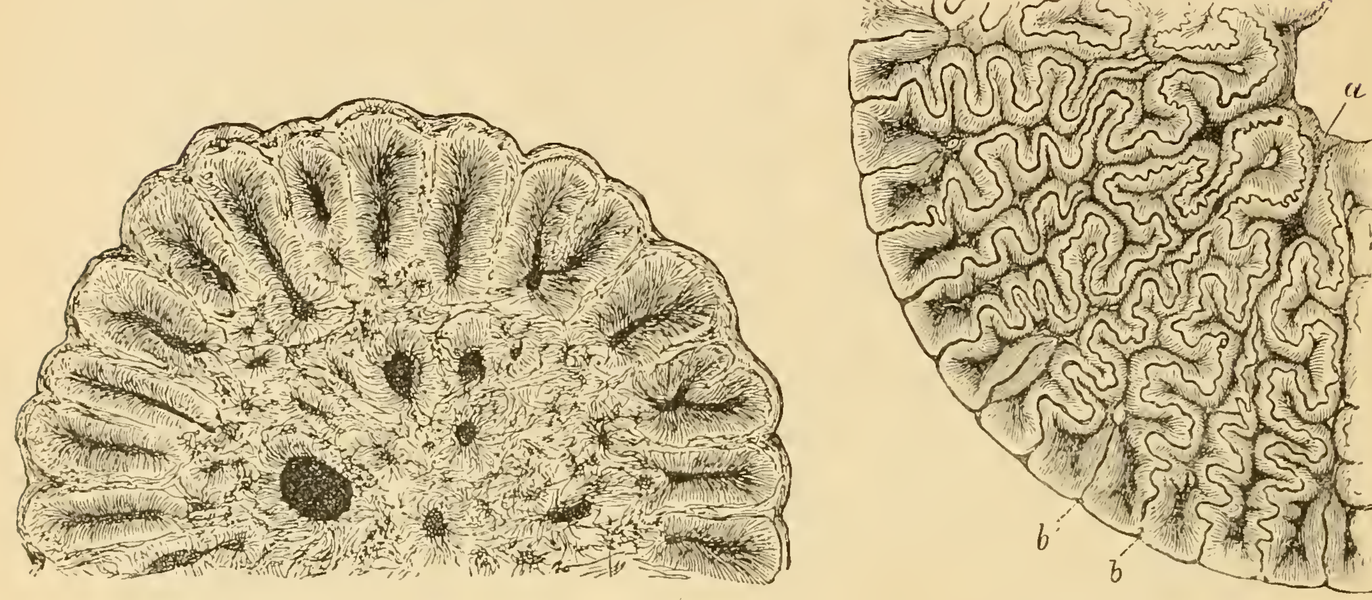


Fig. 24. **Querschnitt eines Zahnes von *Lepidosteus spatula*.** Nach Tomes-Holländer.

Fig. 25. **Querschnitt eines Zahnes von *Labyrinthodon*.** *a* Pulpakammer, *b* markiert die Grenzlinien zwischen dem System von Zahnkanälchen, die zu je einem Pulpafortsatz gehören. Früher glaubte man, diese Grenzlinien seien mit Zement ausgefüllt. Nach Tomes-Holländer.

Gegenüber Tomes teilt Röse die verschiedenen Zahnbeinformen in zwei Hauptgruppen: zentralisiertes und nichtzentralisiertes Zahnbein, welches sich in folgenden Variationen zeigt: Gefäßdentin im engeren Sinne; Osteodentin und Plicidentin, als zwei Modifikationen des ersten Dentins. Das Plicidentin bezeichnet Röse als keine Abart des gewöhnlichen Zahnbeins; ebenso nennt er das Osteodentin Trabekulardentin.

Als Vitrodentin benennt Owen die an der äußeren Oberfläche des echten (harten) Zahnbeins, namentlich bei Fischen häufig vorkommende, ziemlich breite Schicht, welche keine Zahnkanälchen besitzt und aus einem gleichmäßig dichten Hartgewebe besteht. Dieses Vitrodentin findet sich auch in beschränkter Ausdehnung an der Oberfläche des Wurzelteiles der Zähne der Säugetiere und des Menschen.

Plicidentin.

Diese Abart ist nach Tomes ein echtes Dentin, das faltenförmig angeordnet ist und von Zahnkanälchen durchsetzt ist und dadurch

gefäßhaltig wird, daß die Zahnpapille zahlreiche Faltungen und Fortsätze bildet, die, mit ihren Gefäßen vollständig im Zahnbein eingeschlossen, dann zu sehr komplizierten Zahnformen bezw. Pulpaformen führen können. Das Plicidentin in seiner einfachsten Form zeigt eine Dentinbildung auf verhältnismäßig wenigen falten- und zapfenartigen Fortsätzen der Zahnpapille, welche gleichsam durch den Verzahnungsprozeß mit ihren Gefäßen abgeschnürt werden. Eine komplizierten Art hat das Dentin von Lepidosteus (Fig. 24), Dendrodus, ebenso von einigen Eidechsen (Varanus), wo die Faltung nur in geringem Grade vorhanden ist, während beim Labyrinthodon das Ganze ein Bild großer Verworrenheit bildet und aus kleinen Pulpakammern und einem dieselben umgebenden Röhrensystem (Labyrinthodentin (Fig. 25) besteht.

Bei den Zähnen von Varanus niloticus oder der Gattung Lepidosteus erfolgt eine Verkalkung der Pulpa in der Weise, daß sich in der oberen Hälfte des Zahnes eine Kappe von gefäßlosem Dentin bildet, in welchem die Zahnkanälchen von einer einzigen zentralen Pulpakammer ausstrahlen, während im unteren Bezirk des Zahnes längliche Rinnen auf der Oberfläche auftreten, welche auf Querschliffen mit Eindrücken im Dentin zu korrespondieren scheinen.

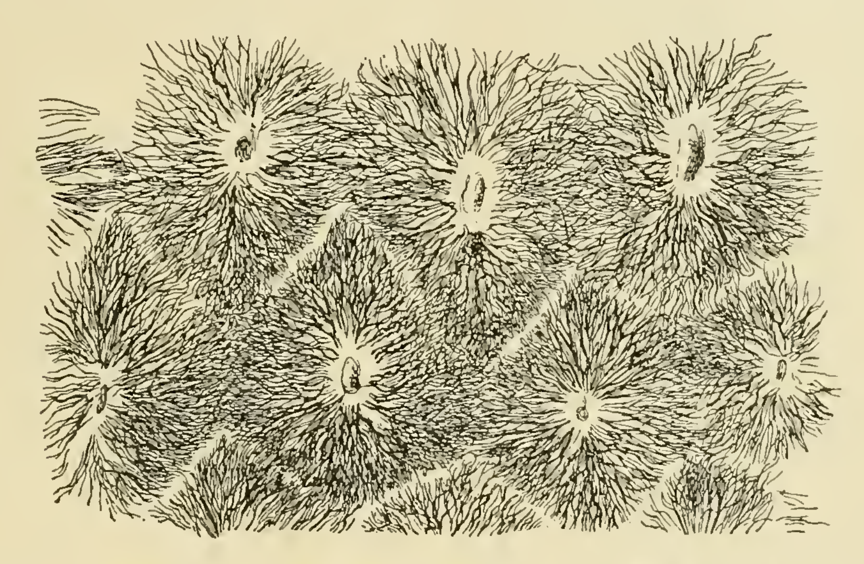


Fig. 26. **Querschliff aus dem Dentin von *Myliobates*.** Nach TOMES-HOLLÄNDER.

Das Dentin ist gleichsam gefaltet. TOMES vergleicht die Pulpa hier mit einem Schaufelrad, dessen Schaufeln mit den dünnen flachen radiären Vorsprüngen der Pulpa korrespondieren, ohne daß die zentrale Pulpakammer eine Aenderung erfahren hat. Bei Lepidosteus (Fig. 24) existiert die einfache Pulpahöhle nicht mehr, sondern sie ist in zwei Teile geteilt, während das Zentrum des Zahnes von einem irregulären Gewebe ausgefüllt ist, das dem Dentin von Myliobates (Fig. 26) ähnlich ist, insofern hier die Pulpa aus einer Anzahl von Säulen besteht, von welchen jede einzelne eine Achse bildet, aus der ein System von Zahnkanälchen ausstrahlt. Die vorspringenden Teile der Zahnpulpa, die auf einem Schnitt wie die Speichen eines Rades aussehen, bleiben nicht immer einfach, sondern teilen sich bisweilen in zwei oder auch in mehrere Zweige.

Bei Lepidosteus oxyurus sind einfache Biegungen und eine

zentrale Pulpahöhle vorhanden, während bei Lepidosteus spatula die Einbiegungen in Zweige geteilt sind und die zentrale Pulpahöhle ganz aufgefüllt ist. Eine weitere unbedeutende Modifikation zeigt das Dentin des Labyrinthodon, einer fossilen Amphibie, welches am meisten kompliziert ist. Die Pulpafortsätze mit den verschiedenen Systemen von Zahnkanälchen gehen hier nicht mehr geradlinig wie die Speichen eines Rades auseinander, sondern verfolgen eine mehr gewundene Richtung von der kleinen Pulpahöhle nach der Peripherie; trotz dieses wellenförmigen Verlaufes geben sie noch seitliche Fortsätze ab, und an ihren Endigungen in der Nähe der Zahnoberfläche erweitern sich die dünnen Pulpafortsätze, so daß man an diesen Stellen auf einem Schliffe ebenso rundliche Kanäle sehen kann, wie an jenen, wo andere Fortsätze sich abzweigen.

Durch den wellenförmigen Verlauf der strahlenförmig abgehenden Dentinlamellen und die Gruppierung der Zahnkanälchen um die erweiterten Pulpafortsätze entstehen nach Tomes ganze „Dentinsysteme". Diese Bezeichnung ist auf den Teil des Zahnbeines angewendet, in welchem sämtliche Zahnkanälchen von einem einzigen Abschnitt der Pulpahöhle ausstrahlen. Hiernach besteht der Zahn des Labyrinthodon (Fig. 25) und des Myliobates aus vielen Zahnsystemen. Die verschiedenen Systeme sind an einigen Stellen durch Vereinigung der Endäste miteinander verbunden, häufiger jedoch durch eine durchsichtige Schicht radiierender Lücken, die den Zementlakunen etwas ähneln. Owen beschrieb daher den Zahn als aus radiierenden Dentinschichten bestehend, zwischen welchen sich gewundene Zementplättchen hindurchdrängen. Wie jedoch bereits J. Tomes nachgewiesen hat, ist das Vorhandensein von Lücken allein, die mit Lakunen Aehnlichkeit haben, kein genügender Beweis dafür, daß Zement vorhanden ist, insofern dieselben Lücken ja auch in gewissem Grade im Stratum granulosum des Dentins auftreten. Zudem ist es Regel, daß, wenn Zement und Schmelz gleichzeitig vorhanden sind, das Zement sich noch außen vom Schmelz befindet. Beim oberen Teile des Zahnes von Labyrinthodon beginnen jedoch die charakteristischen Flexionen innerhalb des durchweg gleichmäßigen Schmelzes, welcher sich keineswegs nach innen hinein umschlägt. Daher besteht das ganze Gewebe, welches das so komplizierte Muster des Zahnes des Labyrinthodon bildet, aus Dentin, während Zement, entgegen früheren Vermutungen, gar nicht darin vorhanden ist.

Tomes bezeichnet noch eine andere Art von Zahnbein, welche aber schwer zu klassifizieren ist, als eine Form des Plicidentins. Dieses Zahnbein kommt bei Orycteropus vor (Fig. 27). Ebenso in den Zähnen verschiedener Rochen: *Myliobates, Aetobates, Zygobates* oder bei den schnabelförmigen Zähnen am Rostrum des Sägefisches, *Pristis*. Auch hier wird das Zahnbein nicht von einer einzigen Pulpa produziert, indem sich der Dentinkeim in viele Organisationszentren spaltet, deren jedes eine besondere Pulpa für ein ganzes Zahnsystem bildet. Auf dem Querschnitt erscheint jedes derselben als vier- bis siebeneckiges Prisma. Die Prismen sind durch transparente Zwischenschichten miteinander verbunden. (Vgl. Orycteropus im Spez. Teil.)

Bei Myliobates (Fig. 26) ist der flache pflasterförmige Zahn von einer Reihe geradliniger, gleichmäßig weit voneinander liegender Kanälchen durchsetzt, die rechtwinklig zur Peripherie verlaufen. Von dem oberen Ende und den Seiten dieser Kanalsysteme gehen die Zahn-

kanälchen in derselben Weise ab wie bei der Pulpa eines menschlichen Zahnes, nur ist ihr Verlauf ein verhältnismäßig kürzerer. Auf einem Querschnitte sieht man, wie die Dentinröhrchen von diesen Zentralkanälen aus, die bei jüngeren Zähnen gefäßreiche Pulpen enthalten, radiieren und wie deren Endigungen öfter mit den Endästen anderer Kanälchen anastomosieren. An der Basis des Zahnes hört die regelmäßige Anordnung der pulpahaltigen Kanäle auf, wodurch die Zahnbeinröhrchen in verschiedenen Richtungen verlaufen und nicht mehr diese symmetrischen Muster erzeugen, welche für den oberen Teil der Zahnkrone so charakteristisch sind.

Fig. 27. **Querschnitt durch ein Stück Zahn von** ***Orycteropus capensis.*** *p* die Pulpa, von der die Kanäle in je ein Zahnprisma ausstrahlen. *C* Zementbekleidung. Nach Duvernoy.

Wenn durch den Gebrauch die Oberfläche des Zahnes abgeschliffen wird, so würden die Ausgänge der senkrechten Pulpakanäle freigelegt werden, wenn sie nicht durch die Ablagerung eines durchsichtigen homogenen Gewebes ausgefüllt würden, eines Gewebes, das analog demjenigen ist, welches die Haversschen Kanäle, wie die Sprossen eines sich abstoßenden Geweihes schließt. Man könnte meinen, daß derartige Zähne aus einer Reihe kleiner, parallel aneinander gewachsener Dentikel oder außerordentlich verlängerter und verschmolzener Kegel entstanden wären, wenn hier nicht Plicidentinbildung vorläge.

Aehnliche Dentinbildungen auf falten- oder zapfenförmigen Fortsätzen der Zahnpapille kommen auch bei Säugetieren (Rodentien, Wiederkäuern) vor, und hin und wieder auch beim Menschen unter Umständen, welche kaum als pathologisch bezeichnet werden können. Bei stark abgenützten Zähnen, ebenso im höheren Alter, bilden die immer noch funktionsfähigen Odontoblasten neues Zahnbein, das sogenannte sekundäre oder Ersatzdentin, das sich mitunter schichtweise an das alte Zahnbein anlegt oder auch unter Abschnürung gefäßhaltiger Pulpabezirke die sogenannten Dentikel bildet, die einen rundlichen Querschnitt aufweisen, ebenso eine deutliche Schichtung, und die in der Mitte von Gefäßen durchzogen sind. Diese Zahnbeinbildungen erinnern deshalb an das Plicidentin. Bei den Zähnen des Menschen ist der Verlauf der Zahnkanälchen bei diesen Bildungen meist ein unregelmäßiger.

Vasodentin.

Diese Varietät kommt beim Menschen gar nicht vor, sondern ist auf die Fische beschränkt und findet sich noch bei einigen Edentaten. Das Vasodentin ist von einem System von Kanälchen durchsetzt, die bedeutend größer als die gewöhnlichen Zahnkanälchen sind, vielfach

miteinander anastomosieren und nur Kapillargefäße enthalten, derart, daß jedes Kanälchen von einem Gefäß vollständig ausgefüllt und von der verkalkten Grundsubstanz dicht umschlossen wird, so daß weder eine Pulpa noch sonst ein Gewebe darin Platz findet. Die Kanäle entstehen durch den Einschluß von Kapillaren der Pulpa in eine verkalkte Grundsubstanz. Mitunter findet man zusammen mit Kapillaren echte Dentinkanäle. Aber in diesem Falle irradiieren letztere von der zentralen Pulpakammer aus, nicht aber von den Kanälen. Das Gewebe selbst enthält keine Zahnkanälchen und wird von einem Dentinkeim gebildet, welcher anfänglich hartes, von Zahnkanälchen durchsetztes Dentin als Umhüllung des Vasodentins produziert.

Das Vasodentin entwickelt sich aus einer scharf konturierten Odontoblastenschicht (Membrana eboris) und gleicht insofern dem echten Dentin und dem Plicidentin. Das Vasodentin variiert bedeutend in bezug auf seine Vaskularität; bisweilen, wie bei den Gadiden, ist die Gefäßzufuhr reichlich vorhanden und dann sind keine Fibrillen zu entdecken. Die beiden Elemente, Fibrillen und Kapillaren, sind zweifellos dazu bestimmt, eine und dieselbe Funktion zu erfüllen — nämlich die der Ernährung — und sind niemals in durchsetztes Zahnbein als Umhüllung des Vasodentins produziert.

Am meisten typisch zeigt sich das Vasodentin bei Merlucius communis. Diese Zähne besitzen eine umfangreiche, stark gefäßreiche Pulpa, und in den Kapillarkanal des Dentins strömt reichlich rotes Blut, so daß die Zähne des lebenden Fisches in prachtvollem roten Scheine schimmern. Die Grundsubstanz des Dentins ist dicht und solide, d. h. nicht von Dentinkanälchen durchsetzt. Röse bezeichnet den äußeren Teil dieser Zähne — von den Gefäßschlingen abgesehen — als Vitrodentin, was Tomes jedoch energisch bestreitet.

Der Uebergang vom typischen Vasodentin, wie bei den Gadiden, zum echten gefäßlosen Dentin, wie bei den Säugetieren, ist ein stufenweiser. Das zeigt sich bei den Pleuronektiden (Platessa fexus), deren konische Zähne an ihrem unteren Drittel aus typischem Vasodentin (ohne Dentinkanälchen) bestehen, während oberhalb der Mitte Zahnkanälchen liegen, die von einer zentralen Pulpahöhle ausstrahlen. Anfangs sind nur wenige vorhanden; aber die Kapillarkanäle nehmen allmählich ab, so daß schließlich die Spitze des Zahnes aus gewöhnlichem Dentin besteht, in welchem nunmehr sehr spärlich — wenn überhaupt — Kapillarkanäle zu entdecken sind.

Bei Serrasalmo findet man Zähne, die durchweg aus einem von Kanälchen durchdrungenen Zahnbein zusammengesetzt sind; nur im basalen Teile des Zahnes sind einige Kapillarkanäle vorhanden. Von dieser Form des Dentins zum Zahnbein des Menschen besteht nur eine Uebergangsstufe. Ebenso bestehen bei Ostracion die Zähne aus Vasodentin; nur erstrecken sich die Gefäße hier bis zur Oberfläche des Dentins, und der dicke stark gefärbte Schmelz, welcher die Zähne bedeckt, nimmt die Stelle des dichten Dentins der Oberfläche ein. Von diesem vollzieht sich der Uebergang zu dem echten Dentin ganz allmählich.

Röse konstatiert, daß die sehr kleinen Zähnchen junger Schellfische keine Gefäßkanäle besitzen, und bezeichnet das Dentin deshalb als Vitrodentin. Das ausgestorbene Megatherium besaß ein an Gefäßkanälen reiches Dentin, nur waren dieselben anders ange-

ordnet als bei dem typischen Vasodentin. Hier geht die innere gefäßreiche Schicht in ein feinröhriges Gewebe über, und die Gefäßkanäle endigen alle in gleicher Distanz von der Oberfläche, während die äußere Schicht das sehr gefäßreiche Zement bildet.

Bei Manatus verlaufen die Zahnkanälchen von der Pulpa strahlenförmig nach außen und scheinen überhaupt in keiner Beziehung zu den Gefäßkanälchen zu stehen, die besonders zahlreich sich in dem Wurzelteile vorfinden. Sie bilden hier Schlingen und vereinigen sich unterhalb des Zementes zu einer Art von Gefäßplexus. Diese Schlingen erscheinen auf den ersten Blick alle gleichartig zu sein, und Tomes hat dieselben früher als Gefäßknäuel beschrieben. Bei einigen Säugetieren sind dieselben mit einer gewissen Regelmäßigkeit gruppiert und kreuzen oft die Zahnkanälchen im rechten Winkel, ohne sie jedoch in ihrer Lagerung zu beinträchtigen. Tapirus indicus hat solche Gefäßknäuel in den Kronen seiner Zähne und Tapirus americanus in den Wurzeln. Bei Zähnen mit beständigem Wachstum, wie die Schneidezähne der Rodentien, ist das Zahnbein, welches den Platz der obliterierten Pulpa einnimmt, im allgemeinen vaskulär. Es sei hier darauf hingewiesen, daß, wenn Vasodentin und das gewöhnliche harte Zahnbein in einem und demselben Zahne vorkommen, das harte Dentin immer an den entblößten Stellen liegt — Spitze und äußere Seite — während das weiche gefäßreiche Gewebe ganz im Innern und an der Basis des Zahnes sich vorfindet.

Osteodentin.

Diese Abart unterscheidet sich wesentlich von den anderen Varietäten des Zahnbeines. Es ist zwar ebenfalls von einem Kanalsystem durchsetzt, doch sind die Kanäle gefäßlos und sind ebenso nicht um die Kapillaren entwickelt, wenn zufällig und ausnahmsweise solche vorkommen würden. Wirkliche Zahnkanäle sind im Osteodentin nicht vorhanden, dagegen Kanälchen von sehr minimen Dimensionen, die nicht von einer gemeinsamen Pulpahöhle, sondern von verschiedenen Kanälen ausstrahlen. Am meisten unterscheidet sich diese Varietät vom Vasodentin durch die Art und Weise seiner Struktur und Entwicklung, die am deutlichsten durch die Zähne von Esox lucius illustriert wird. Das Osteodentin kann man in zwei Schichten teilen, eine äußere, welche von zahlreichen feinen Röhren, senkrecht zur Oberfläche, wie die Röhren des gewöhnlichen gefäßlosen Dentins, durchsetzt ist, und eine innere von viel gröberer Struktur, von großen unregelmäßigen Räumen durchzogen, welche im allgemeinen eine Längsrichtung einhalten. Die Röhrchen der äußeren Schicht laufen parallel und endigen augenscheinlich unmittelbar vor der Oberfläche; sie entspringen von den größeren Räumen des gröberen Teiles des Zahnes. Die Räume bilden Längskanäle von verschiedenem Durchmesser und unregelmäßiger Form; sie senden von ihren Seiten und Enden Zweige aus, welche sich plötzlich teilen und kleiner werden. An der Stelle, wo sie in die feinen Dentinröhrchen der äußeren Schicht treten, verlieren sie ihre Röhrenform und erweitern sich zu unregelmäßigen kleinen Räumen in der Art von Knochenlakunen oder den Interglobularräumen der Körnerschicht des menschlichen Zahnbeines. Der Unterschied zwischen dem Osteodentin und dem Vasodentin prägt sich schärfer aus, wenn man das Verhältnis der weichen Teile zum Zahnbein in Betracht zieht. Die größeren Längskanäle des Hechtzahnes

enthalten nur gelegentlich Kapillaren, d. h. das Dentin wird bei seiner Bildung nicht um Kapillargefäße abgelagert. Die äußere Schicht entwickelt sich gleich zu Dentin aus einer Lage von Odontoblasten ähnlichen, nur weniger ausgesprochenen Zellen. Sobald diese verkalkt ist, wird das Innere des Zahnes durch rapide Ossifikation wie ein Knochen gebildet. Deshalb differiert Vasodentin von echtem gefäßlosen Dentin weniger als von Osteodentin. Wenn einige Kanäle Kapillaren enthalten, so bilden diese nur einen Teil, nie den ganzen Inhalt der Röhre. Im frischen Zustande enthalten die Dentinkanäle ein festes zelliges Gewebe, ähnlich dem, welches die meisten Zahnpulpen bildet. Eine junge Dentinpulpa vom Hecht ist eine konische Masse zellreichen Gewebes, dessen Oberfläche mit einer Schicht großer länglicher Zellen besetzt ist und durch deren Verkalkung die äußere Schicht des feinröhrigen Dentins auf die gewöhnliche Weise gebildet wird. Der Rest des Dentins wird nach vollendeter Ausbildung dieser äußeren Schicht nicht mehr durch die Verkalkung der der Membrana eboris entsprechenden Zellenlage gebildet, sondern durch eine Ausbreitung der Verkalkung durch die Pulpamasse, indem sich die der Oberfläche der Pulpa nahe liegenden Zellen ansammeln, zwischen ihnen ein fast strukturloses Gewebe auftritt und nun erst die Verkalkung beginnt.

Das Verhältnis, welches zwischen den geschilderten drei Gewebsformen besteht, wird klar bei Betrachtung der Zähne der Spariden. Bei Sargus ovis scheinen die langen Frontzähne mit langen Wurzeln eingebettet zu sein; diese werden von der Dentinpulpa ebenso gebildet, wie die regelmäßigen Wurzelzähne. Es besteht aber hier eine Eigentümlichkeit des Entwicklungsprozesses, indem nämlich die Dentinpulpa für die Dauer, bis die Krone resp. der Teil des Zahnes, der später frei in die Mundhöhle hinausragen soll, entwickelt ist, feinröhriges gefäßloses Dentin produziert. Sobald aber die Wurzeln zu wachsen beginnen, verkalkt der entsprechende Kronenteil der Pulpa, der eben erst gefäßloses Dentin produzierte, zu Vasodentin. Der Uebergang von einer Dentinart in die andere ist ein ganz plötzlicher, ohne daß eine Kontinuitätsstörung stattfindet, und deshalb bricht der Zahn an dieser Stelle leicht entzwei. Ist der größte Teil der Wurzel einmal gebildet, so ändert sich — diesmal wohl nicht so plötzlich — die Verkalkungsart neuerdings; an der Wurzelspitze bildet sich jetzt die Pulpa zu Osteodentin aus, welches vom umgebenden Knochen, durch welchen der Zahn in der Alveole befestigt ist, kaum zu unterscheiden ist und mit demselben unbemerkt verschmilzt. Es liegt kein Grund vor, weshalb man dieses nicht als gewöhnliches Knochengewebe bezeichnen sollte; es unterscheidet sich von letzterem dadurch, daß es durch Verkalkung der Dentinpulpa entsteht. Aus diesem einen Falle kann man also sehen, daß eine einzige Dentinpulpa erst echtes Dentin, dann Vasodentin, und schließlich Osteodentin produziert hat.

Röse schlägt vor, für Hartgewebe, welche histologisch den Bau des echten Zahnbeines zeigen, sich aber nicht im typischen Dentin an der Oberfläche eines Zahnkeimes unter einer Epithelscheide entwickelten, die Bezeichnung Trabekulardentin zu gebrauchen, indem Trabeculae, die sich später verkalken, aus dem Innern der zuerst gebildeten Dentinkappe durch die ganze Substanz der formativen Pulpa herausschießen.

Die Struktur des Zahnbeins der Haie zeigt ziemliche Verschiedenheiten. So sind z. B. die Zähne von Carcharias von ungemein feinröhrigem Zahnbein zusammengesetzt, ausgenommen an der Basis des Zahnes, wo Osteodentin vorhanden ist. Andererseits bestehen die Zähne von Lamna cornubica im Zentrum aus Osteodentin, und auf der Oberfläche aus einem feinröhrigen Gewebe, welches wahrscheinlich als Schmelz betrachtet werden kann und nicht homolog mit demjenigen ist, welches auf der Oberfläche des Hechtzahnes vorkommt.

Im Osteodentin verlaufen nach Tomes Medullarkanäle verschiedener Dimensionen in einer Richtung, die gewissermaßen parallel zur Längsachse des Zahnes liegt. Diese Kanäle anastomosieren miteinander, und von ihren Seiten strahlen wellenförmige Bündel feiner Röhrchen aus, die jedoch nicht weit laufen. Das will heißen, daß ihre Zahnkanälchen alle von einzelnen Pulpakammern entspringen und nicht aus einer gemeinsamen Pulpahöhle.

Wenn, wie bei verschiedenen Haifischen, diese Medullarkanäle von regelmäßiger Größe sind und in fast gleichen Zwischenräumen voneinander geordnet liegen, so haben wir eine Strukter vor uns, die ziemlich an Myliobates erinnert; da aber der Seeadler nur wenig Zähne besitzt, während bei allen anderen Rochen eine große Zahl charakteristisch ist, so ist es möglich, daß die Struktur dieser Zähne durch eine Verschmelzung von Dentikeln zustande gekommen ist, wie dies z. B. bei Ceratodus der Fall ist. Gegenbaur sieht bei letzterem Tier eine Verwachsung für feststehend an, während er, entgegen der Hypothese von Treuenfels, diese Tatsache bei Myliobates bestreitet.

Röse weist darauf hin, daß mit Ausnahme des typischen Vasodentins, welches zuerst bei einigen Fischen aus der Kreidezeit (Emporhizodus, Pachyrhizodus) entdeckt wurde, die verschiedenen Zahnbeinarten bei den am frühesten bekannten Siluriden gefunden wurden, und glaubt, daß das normale Zahnbein jedenfalls das älteste verkalkte Gewebe repräsentiert.

Baume bezeichnet das Vasodentin und das Osteodentin als nicht zentralisiertes Zahnbein und leugnet, daß die Pulpa jemals Knochenzellen bilde. Wahres Knochengewebe in der Pulpahöhle stamme stets vom Wurzelperiost, welches das Zahnbein irgendwo durchbrochen habe. v. Ebner bemerkt hierzu, daß die Tatsache nicht zu leugnen ist, daß bis in die neueste Zeit Knochenhöhlen, welche Zellen enthalten, und Interglobularräume, welche nur unverkalkte Grundsubstanz des Zahnbeins sind, miteinander verwechselt wurden; aber Baume geht entschieden zu weit, wenn er der Pulpa absolut die Fähigkeit abspricht, jemals ein Gewebe mit Knochenzellen zu produzieren. Das gelegentliche Vorkommen von wahren Knochenzellen in den oberflächlichsten Zahnbeinlagen ist allein genügend, um das Gegenteil zu beweisen.

Vitrodentin.

An der äußeren Oberfläche des echten Zahnbeines zeigt sich, besonders bei Fischen, eine ziemlich breite Schicht von gleichmäßig dichtem Hartgewebe, das keine Zahnkanälchen besitzt. Owen bezeichnete dieses Gewebe als Vitrodentin. In beschränkter Ausdehnung kommt letzteres nach v. Ebner auch an der Oberfläche des Wurzelteiles bei den Zähnen der Säugetiere und des Menschen vor.

Auch Röse beschreibt den äußeren Teil des Hechtzahnes, außer den schon erwähnten Gefäßschlingen, als Vitrodentin. Tomes findet aber nicht, daß das Zahnbein hier, weder in der Art seiner Entwicklung noch in seiner äußersten Struktur, von dem Dentin abweicht, welches zwischen die Gefäßschlingen tritt. Deshalb ist es überflüssig und kann leicht irreführen, wenn man diesem Zahnbein einen anderen Namen gibt. Der äußere Teil eines Zahnes von Gadus callarias hat deutlichere Struktur, aber sein Charakter ist kein derartiger, deshalb auf ihn die Bezeichnung Vitrodentin anzuwenden.

Irreguläres Dentin.

Mit diesem Sammelnamen bezeichnet in neuerer Zeit P. Reich die Neubildungen des menschlichen Zahnbeines, welche als seniles Dentin, als Ersatz- oder Kallusdentin, als Osteodentin und als Dentikelbildungen beschrieben worden sind, also alle jenen Dentinformationen, welche eine mikroskopisch nachweisbare Abweichung von der Anordnung und dem Verlauf der Dentinkanälchen in einem normalen jugendlichen Zahn aufweisen. Dieses sogenannte irreguläre Dentin ist stets an der Innenfläche des Zahnbeines, vorzugsweise an den konkaven Seiten der Pulpahöhle bei im Gebrauch stehenden Zähnen, sowie an den Wurzeln vorhanden, besonders zu der Zeit der noch nicht vollendeten Entwicklung der Wurzeln bezw. von dem Augenblicke an, da der junge Zahn das Zahnfleisch durchstoßen hat und den Wirkungen des Kauaktes unterliegt.

Das irreguläre Dentin kennzeichnet sich durch einfache oder doppelte Knickungen der Zahnkanälchen, und seine Bildung beruht nach Reich mehr auf physiologischen als auf pathologischen Vorgängen.

In hohem Grade ausgebildetes irreguläres Dentin zeigt das sogenannte senile Dentin, welches außer den Knickungen der Kanälschen sehr starke Torsionen und Bildungen analog der gefiederten Blätter zeigt, unter gleichzeitiger Vermehrung der Grundsubstanz durch Umwandlung ganzer Odontoblasten. Letztere bleiben auch häufig in Gestalt von Knochenzellen bestehen, die in der Grundsubstanz eingeschlossen sind.

Reich gibt damit eine ganz neue Definition des senilen Dentins. Die Pulpa lagert nicht Dentin ab, weil sie älter wird, sondern weil der Zahn „in die Gebrauchsperiode getreten ist“. Nachdem derselbe seine volle Größe erreicht hat, wird die Pulpa aus einem „aufbauenden Organ“ zu einem „Schutzorgan“ und ist befähigt, an allen bedrohten Stellen Dentin zur Stärkung der inneren Festigkeit des Zahnes abzulagern (Williger). Daraus erklärt sich die Gesetzmäßigkeit in der Ablagerung von Dentin.

Die strukturellen Abweichungen vom „regulären“ Bau des Dentins sind nach Reich folgende: 1. Die Dentinkanälchen erfahren an dem nach der Pulpahöhle zu gelegenen Teile mehr oder weniger starke Knickungen, die sich ohne Unterbrechung eine längere Strecke hinziehen. 2. Die Kanälchen erfahren ebendort seitliche Verschiebungen derartig, daß sie bajonettförmig gestaltet sind. 3. Es treten stärkere Torsionen der Kanälchen in sich und umeinander auf, die von den normalen Torsionen wesentlich abstechen. 4. Die Kanälchen verlaufen in starken Verbiegungen, die sich oft bis zur U-Form steigern;

hierbei bilden sich in den konkaven Biegungsstellen zahlreiche neue Seitenäste an, die in den konvexen fast gänzlich fehlen. 5. Zwischen die regulären Kanälchen zwängen sich plötzlich neue und drängen die ersteren beiseite, so daß sie selbst in einem größeren Felde homogener Grundsubstanz erscheinen. 6. Odontoblasten werden in das Dentin einbezogen und gehen unter; in einigen Fällen findet man eine Umwandlung derselben in Osteoblasten und die Bildung typischer Knochenzellen. 7. Geteilt verlaufende Odontoblastenfortsätze verschmelzen zu einem Fortsatze. 8. Die fibrilläre Grundsubstanz des Dentins entwickelt sich auffällig stark, indem sich die Kanälchen hochgradig verengern und schließlich gänzlich veröden.

Die Frage nach der Histogenese des irregulären Dentins und der Abhängigkeit seiner Formen von der Stellung der Odontoblasten ist allerdings noch offen.

Struktur des Zementes.

Das Zement, *Substantia ossea* s. *osteoidea* s. *Cortex osseus* (Tenon) s. *Crusta petrosa* (Blake, Bertin), wurde als besonderes Zahngewebe zuerst von Leeuwenhoek erkannt; es bedeckt zum Teil das Dentin, soweit dasselbe nicht vom Schmelz geschützt ist — am Zahnhalse — als dünne Schicht (20—30 μ) und überzieht, zur Wurzel hinabgehend, die letztere als dickere Schicht (bis 0,75 mm); wenn mehrere Wurzeln vorhanden sind, die dicht nebeneinander liegen, verbindet es dieselben zu einer einzigen. Am Zahnhals überzieht das Zement oft einen Teil des Schmelzes. Bei den Milchzähnen ist der Zementüberzug viel dünner als im permanenten Gebiß. Das Zement begrenzt oft noch einen kleinen Teil des Wurzelkanals, welchen es auf eine kurze Strecke auskleidet. Im allgemeinen ist das Zement an den Zähnen der Säugetiere vorhanden, jedoch nicht immer auf die Wurzeln beschränkt. Bei vielen Zähnen mit beständigem Wachstum in das Zement auch auf der ganzen Zahnkrone zu sehen, und nach Abnützung der Kaufläche ist es nur noch auf den Seiten der Krone vorhanden (Elefant, Pferd, Kuh). Ueber das sogenannte Kronenzement wird bei der Besprechung des Zementorgans in einem späteren Kapitel noch die Rede sein. Den Zähnen der Ophidier und anderer Reptilien fehlt das Zement vollständig; jedenfalls scheint es bei diesen niederen Vertebraten auf diejenigen Zähne beschränkt zu sein, welche in Alveolen oder in tiefen knöchernen Furchen befestigt sind, denn nach Tomes ist Zement bei den auf den Kiefern festgewachsenen Zähnen nicht bekannt, wenn man nicht jenes Gewebe für Zement ansieht, das J. Tomes als Befestigungsknochen bezeichnet hat.

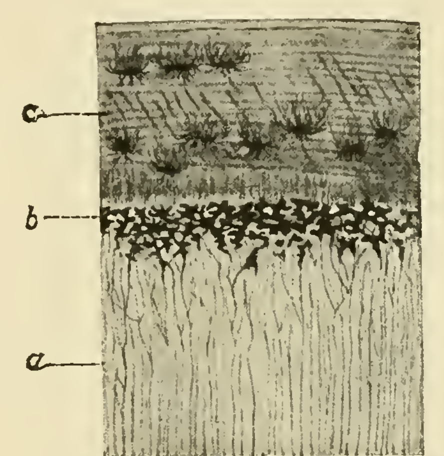


Fig. 28. *a* **Dentin,** *b* **Interglobularräume an der Grenze zwischen Dentin und Zement.** *c* **Zement mit Zementkörperchen und schräg zur Dentinoberfläche gerichteten Sharpeyschen Fasern.** Die zirkularen Linien deuten den lamellösen Bau des Zementes an. Nach G. Preiswerk.

Das Zement hat ein opakes Aussehen und ist meist gelblich oder

gelblichgrau, es ist physikalisch und chemisch, sowie seiner Entwicklung nach, dem Knochengewebe eng verwandt; sein geringer Härtegrad gegenüber den beiden anderen Hartgeweben des Zahnes beruht auf dem Verhältnis seiner doppelt so großen anorganischen Bestandteile.

Die Verbindung mit dem Zahnbein bezw. dessen Stratum granulosum ist eine innige und kommt durch einfache Auflagerung zustande. Bei Wiederkäuern und Pachydermen löst sich die Zementbedeckung, welche, der Größe der Zähne entsprechend, eine größere Dicke erreicht hat, leicht ab.

Die Oberfläche des Zementes ist meist rauh und uneben und zeigt namentlich bei jugendlichen Individuen eine feine Querstreifung.

Seiner Struktur nach besteht das Zement analog dem Knochengewebe aus einer Grundsubstanz und Lakunen, unterscheidet sich aber vom Knochen durch die Abwesenheit von Haversschen Kanälen (die nur bei Zementhypertrophien sich vorfinden) und Gefäßen.

Die Grundsubstanz ist verkalktes Gewebe, das beim Kochen Leim gibt und bei Behandlung mit Säuren seine Form und Struktur beibehält. Das Gewebe ist granuliert, quergestreift oder amorph und zeigt deutliche Lamellen, namentlich bei nur einigermaßen hervortretender Hypertrophie. Das Zement zeigt in dünneren Lagen andere Strukturverhältnisse als in den dicken Schichten. Das dünne Zement erscheint an Schliffen strukturlos und glashell und ist gewöhnlich frei von Lakunen oder Zellen und enthält fast ausschließlich Fibrillenbündel, welche zur Oberfläche der Lamelle senkrecht gerichtet sind (beim Knochengewebe ist der Verlauf dieser Bündel parallel zur Oberfläche). Die dicht aneinander liegenden Fibrillenbündel zeigen einen polygonalen Querschnitt; sie verlaufen entweder durch die ganze Dicke des Zementes, welches dann ungeschichtet erscheint, oder das Zement ist deutlich lamelliert, indem die Bündel in verschieden dicken Schichten übereinander gelagert sind und durch eine formlose Kittmasse miteinander verbunden werden. Solche unverkalkten Fibrillen durchziehen auch die Grundsubstanz der dickeren Lagen. Hier liegen auch die Zementkörperchen, welche spinnenartig, wie die Knochenkörperchen, angeordnet sind; von letzteren unterscheiden sich die Zementkörperchen nur durch die langen Ausläufer, durch welche die benachbarten Zementkörperchen miteinander in Verbindung stehen. Auf diese Weise wird ein Kanalsystem geschaffen, welches ununterbrochen das Zement durchzieht. Bödecker glaubt, daß dieses Kanalsystem mit dem Zahnbein in offener Kommunikation steht.

Die Zementlakunen sind verschiedenartig gestaltet und treten namentlich im dickeren Teile des Zementes auf. Viele Lakunen stehen durch kleine Kanälchen in Verbindung. Oft sind aber auch größere Hohlräume im Zement vorhanden, welche man weder als Knochenhöhlen noch als Gefäßkanäle erkennen kann. Die Lakunen des Zementes sind im allgemeinen unregelmäßiger gestaltet als die Knochenlakunen. Mitunter findet man Zementlakunen mit verhältnismäßig kurzen Fortsätzen und scharf konturierten Umrissen; bisweilen umgrenzt eine Linie eine einzige Lakune, oder mehrere auf einmal, wodurch die sogenannten eingekapselten Lakunen entstehen, die zuerst Gerber im Zemente der Pferdezähne beobachtete; diese modifizierten Lakunen sind überhaupt in den Zähnen der Einhufer häufig; sie lassen sich durch Säuren isolieren. Nach Tomes kann man die eingekapselten Lakunen als individuelle oder als zusammen-

gehäufte Osteoblasten betrachten, die von einem gemeinsamen Bindegewebe ausgekleidet sind und die bis zu einem gewissen Grade ihre Individualität während der Verkalkung bewahrt haben.

Das Zement besitzt, analog dem Knochen, häufig Sharpeysche Fasern, die senkrecht zur Oberfläche stehen; im Zement der Wurzelspitze sind dieselben nach v. Ebner unverkalkt und erscheinen dann am trockenen Schliff als Röhrchen vom Aussehen der Zahnkanälchen, welche die Lamellen durchsetzen. Treffen diese Röhrchen an Stellen, wo die Zahnkanälchen des Dentins infolge von Resorptionsvorgängen plötzlich aufhören, an der Zahnbeingrenze mit diesen zusammen, so sieht das aus, als ob die Zahnkanälchen in das Zement sich fortsetzten.

Das für das Zement charakteristische massenhafte Vorkommen von Sharpeyschen Fasern; welche im zellfreien dünnen Zement fast ausschließlich das Gewebe zusammensetzen, wurde bis in die neuere Zeit meist nicht richtig erkannt und diese Fasern wurden öfter mit den Zahnkanälchen identifiziert (v. Ebner). Bödecker sieht im Zemente des Zahnhalses „zarte Prismen oder Spindeln, welche zur Oberfläche des Zahnes senkrecht stehen". Eine zutreffende Darstellung der Verhältnisse gab G. Black. An trockenen Schliffen sehen die unverkalkten Sharpeyschen Fasern tatsächlich wie Zahnkanälchen aus; dagegen geben Schnitte von entkalkten Zähnen, bei denen die leimgebenden Fibrillen erhalten bleiben, ein ganz anderes Bild und kann man mittels des Polarisationsmikroskopes auch an Schliffen den Unterschied der Fasern und der Zahnkanälchen erkennen. Während die Sharpeyschen Fasern deutlich positiv doppelbrechend in bezug auf die Längsrichtung als Achse sind, erweisen sich die Zahnkanälchen niemals als doppelbrechend.

Daß das Nasmythsche Schmelzoberhäutchen von vielen neueren Autoren als Kronenzement identifiziert wird, wurde bereits erwähnt. Es sei hier noch bemerkt, daß nach Ch. Tomes in der Cuticula von Multikuspidaten in den Gruben zwischen den Höckern gelegentlich Knochenlakunen vorkommen sollen. Dies wäre allerdings ein bedeutungsvolles Beweismoment dafür, daß das Schmelzoberhäutchen als Kronenzement aufzufassen sei. Wir werden bei dem Kapitel der Zahnentwicklung hierauf noch zurückkommen.

Struktur der Zahnpulpa.

Die Pulpa, *Pulpa dentis*, der Zahnkeim, das Zahnmark, ist von allen anderen Zahnsubstanzen eingeschlossen und füllt die Pulpahöhle, das Cavum dentis, vollständig aus; sie ist die persistierende, aber umgewandelte Zahnpapille, welche während der Zahnentwicklungsperiode das Dentin abzusondern hatte.

Der Form der Pulpahöhle entsprechend, zeigt die Pulpa einen Kronen- und einen Wurzelteil bezw. eine Kronenpulpa und eine Wurzelpulpa, die bis zum Foramen apicale sich erstreckt. Die Divertikel des Cavum dentis werden durch die Pulpahörner, *Cornua pulpae*, ausgefüllt. Die sehr variable Größe der Pulpa geht mit der Veränderung der Pulpakammer Hand in Hand; während sie in jungen Zähnen ihre richtige und volle Form besitzt, die die äußere Kronenkontur im verkleinerten Maßstabe darstellt, ist sie bei älteren Zähnen schließlich nur noch fadenförmig. Mit der inneren Oberfläche des Zahnbeins ist das Pulpagewebe so innig verbunden, daß es sich nicht ohne

weiteres von den Wänden der Pulpahöhle abreißen läßt; meist bleibt noch ein Teil des Gewebes am Zahnbein hängen.

In normalem Zustande hat die Pulpa ein blaßrotes Aussehen. Beim Pressen quillt ein Tropfen Flüssigkeit hervor, der an der Luft gerinnt (Preiswerk).

Die histologischen Elemente der Pulpa sind Bindegewebe, Zellen, Gefäße und Nerven.

Das Bindegewebe ist ein ungeformtes lockeres homogenes Gewebe von gallertartiger Beschaffenheit, welches der elastischen Elemente gänzlich entbehrt. In dieses Gewebe sind vielfach nach allen Richtungen sich kreuzende Fäserchen (Fibrillen) eingelagert, die ohne bestimmte Anordnung verlaufen. Die Fibrillen sind nach v. Ebner leimgebend. Der wirre Verlauf der Fibrillen täuscht eine körnige Beschaffenheit der Grundsubstanz hervor. Auch dort, wo eine parallele Anordnung der Fasern längs der Nerven und Gefäße scheinbar vorhanden ist, kann man keine Bündel oder lamellenartigen Schichten derselben entdecken. Dieser isolierte Verlauf der Fibrillen ist für das Pulpagewebe charakteristisch und unterscheidet das letztere von dem gewöhnlichen, lockeren oder interstitiellen Bindegewebe, wie überall von allen Arten des geformten Bindegewebes.

Die Zellen sind in der Pulpa in vier verschiedenen Formen vorhanden, von denen die meisten vielfach verästelt sind. 1. *Sternförmige Bindegewebszellen,* die mit feinen Ausläufern versehen sind, mittels welcher sie mit den Nachbarzellen in Verbindung treten. 2. *Spindelförmige Bindegewerbszellen,* welche Bindegewebsbündel begleiten und nur an den Nerven und Gefäßen der Pulpa auftreten, welchen sie gleichsam als Stütze dienen. 3. *Rundzellen* oder unregelmäßig gestaltete Zellen in der Nähe der Blutgefäße, welche zwischen den Ausläufern der genannten Bindegewebszellen liegen, ohne mit letzteren irgendwie zusammenzuhängen, und nach v. Ebner als frei bewegliche, im lebenden Gewebe wandernde Elemente — Leukocyten — aufzufassen sind. 4. *Dentinzellen* oder *Odontoblasten* (Waldeyer), welche eine einfache Lage schmaler zylindrischer Zellen auf der Oberfläche der Pulpa an der Dentingrenze bilden und der Pulpa wie ein Epithel aufsitzen; sie stehen in mehreren Reihen besonders zahlreich in den Pulpahörnern hintereinander. Kölliker bezeichnet die Odontoblastenschicht als Membrana eboris. Die Odontoblasten sind 20—30 μ lang und 5—6 μ breit und liegen mit ihrem äußeren Ende der inneren Dentinfläche dicht an, wo sie in je einen Fortsatz übergehen, der als Zahnfaser in einem Zahnkanälchen verläuft (Tomessche Fasern). Das unmittelbar unter den Odontoblasten befindliche Pulpagewebe ist besonders zellreich. Die Funktion der Odontoblasten besteht darin, zur Zeit des Zahnentwicklungsprozesses, und teilweise noch am fertig gebildeten Zahne, eine konstante zirkuläre Verkalkung der Pulpaoberfläche zu bewirken.

Zwischen den Odontoblasten und dem Pulpagewebe liegt eine strukturlose Schicht, die Weilsche Basalschicht, die aus einer verhältnismäßig blassen und transparenten Zone besteht. Nach Weil besitzt diese zellenlose Schicht nur Fasern, ist jedoch nicht immer regelmäßig zu finden und fehlt sogar häufig, indem sich den Odontoblasten direkt eine zellenreiche Pulpaschicht anschließt. Ausnahmsweise ist bei Tieren, z. B. *Vespertilio murinus,* die Pulpa im Innern von Fettgewebe erfüllt, so daß dieselbe fetthaltigem Knochenmarke

ähnlich sieht. Cogne und Cavalié fanden in der Pulpa des 1. und 2. Molaren längsverlaufende Bündelchen glatter Muskelzellen, welche unabhängig von Gefäßen sind. Welche Bedeutung diese Entdeckung hat, bedarf noch der Aufklärung.

Die Odontoblasten endigen am Zahnbeine nicht immer in der gleichen Weise. Teils gehen die Zahnfasern unter allmählichem Dünnerwerden des Zellkörpers aus den Odontoblasten hervor — *fibril cells* nach Andrews — teils ist der Zellkörper am Zahnbeine abgestutzt und aus diesem flachen Ende tritt die Zahnfaser hervor. Nach Annell geht die Zahnform nicht immer in der Richtung der Längsachse des Zellkörpers ab, sondern bildet oft mit letzterer mehr oder weniger große Winkel.

Es wurde bereits bemerkt, daß die Pulpa im höheren Alter Veränderungen erleidet und zwar eine der auffallendsten, daß sie sich mit der fortschreitenden Verkalkung verkleinert. Sehr oft atrophiert die Odontoblastenschicht, und mit der Verminderung der zelligen Elemente überwiegt das faserige Bindegewebe und nach weiteren regressiven Prozessen schrumpft die Pulpa zu einer gefäßlosen unempfindlichen Masse zusammen. Ein Zahn, dessen Pulpa durch senile Atrophie zerstört wird, steckt selten fest in der Alveole.

Die Pulpen verwandeln sich bei verschiedenen Tieren unter Umständen gänzlich in sekundäres Dentin. Wenn die Pulpa infolge kariösen Zustandes des Zahnes von allen Seiten bedroht wird, so nehmen die Odontoblasten häufig ihre formative Funktion wieder auf und erzeugen das früher schon erwähnte sekundäre Dentin, das eine Art Schutzdentin an der bedrohten Stelle bietet.

Ziemlich häufig sind namentlich in älteren Pulpen Pulpasteine, Kalkkonkremente, in normaler Weise vorhanden, ohne daß dabei der betreffende Zahn kariös zu sein braucht. Diese Konkremente finden sich entweder in Form von Kalkspitzchen an den Wänden der Gefäße oder häufiger noch als Kugeln mit deutlicher konzentrischer Schichtung an Schnitten. Die Verkalkung der Pulpa ist von der Dentikelbildung wohl zu unterscheiden; letztere ist von fester Textur, während die kalkigen Konkremente sich durch bröckelige oder brüchige Konsistenz auszeichnen. Auch ist die Oberfläche der Kalkablagerungen mehr drusig, uneben und opak, während die Dentikel glatt und transparent sind.

Die Nerven der Pulpa stammen vom II. und III. Ast des Trigeminus. Die Fasern sind markhaltig und stets in großer Zahl vertreten. Sie verlaufen mit den Blutgefäßen, mehr in der Mitte der Pulpa vereinzelt oder in Gruppen zusammen, teilen sich und bilden ein Netzwerk; diese feinen Verästelungen der Nerven sind für die Pulpa gewissermaßen charakteristisch. An den Teilungsstellen sieht man die Ranvierschen Schnürringe. Nach wiederholter Teilung werden sie in der Nähe in der Pulpaoberfläche marklos und dringen als feinste Primitivfasern zwischen die Zellen der Odontoblastenschicht. Boll sah den Uebergang von markhaltigen in marklose Nervenfasern, welche sich bis in die Zahnbeinzellenschicht erstreckten. Nach Morgenstern und Römer liegen weitere Nervenfasern teils in den Zahnkanälchen, teils in der Zahnbeingrundsubstanz. Die meisten Fasern scheinen frei zu endigen unter pinselartigen Ausstrahlungen. Ein feinfaseriger Plexus liegt unter dem Schmelz. Das epiburnale Kanalsystem wird noch von einem besonderen Nervenapparat begleitet, der

nach MORGENSTERN zum Teil in den Schmelz eindringt. Durch die vielen Teilungen nehmen die Nervenfasern bedeutend an Kaliber ab und die feinsten markhaltigen Fasern, die sonst 6—10 μ dick sind, haben an ihren Teilungsstellen nur noch 2—3 μ Dicke (v. EBNER).

Ueber die Terminalendigungen der Nervenfasern ist noch nichts Zuverlässiges bekannt, wovon bereits bei der Struktur des Zahnbeines die Rede war.

Die Blutgefäße der Pulpa sind äußerst zahlreich und stammen von der *A. maxillaris interna*; sie treten als *Arteriae dentales* von der Wurzelspitze her in die Pulpa ein, werden von den Nervenbündeln röhrenartig umschlossen und bilden unter und in der Odontoblastenschicht Kapillarschlingen, aus welchen dann wiederum die Venen das verbrauchte Blut abführen. Die Kapillarschlingen werden gegen das Foramen apicale und den Zahnhals zu enger (WEDL). Bei einigen Fischen (Esox) sieht man die Pulpagefäße in die gabelförmigen Teilungen des Dentins eindringen. Die Venen erscheinen im Querschnitt meist als klaffende Lücken des Pulpagewebes.

Lymphgefäße sind bisher im Pulpagewebe mit Sicherheit noch nicht festgestellt worden.

Struktur der Wurzelhaut.

Die Wurzelhaut, das Wurzel- oder Alveolarperiost, Zahnperiost, peridentale Membran, Periodontium s. Pericementum, unzutreffend auch einfach Periost genannt, die gemeinsame periostale Auskleidung der Alveole und der Wurzel, vermittelt die Verbindung der Wurzeln des Zahnes mit den knöchernen Wänden der Alveole und stützt gleichzeitig am Zahnhals das Zahnfleisch. Das Periost erfüllt drei Funktionen: es hält den Zahn in der Alveole fest und ist der Sitz des Gefühls für den Zahn; endlich besorgt diese Membran die Bildung von Knochen an den Alveolarwänden und von Zement an der Oberfläche der Zahnwurzel. Früher glaubte man, das Periost bestehe aus zwei besonderen Schichten. Diese Ansicht existiert nicht mehr, seitdem die Untersuchung ergeben hat, daß die Fasern ununterbrochen vom Knochen zum Zement verfolgt werden können; tatsächlich besteht zwischen Zahn und Alveole nur eine Membran. Die Hauptmasse des Wurzelperiostes besteht nach v. EBNER aus derben Faserbündeln von 4—10 μ Dicke, welche im allgemeinen durch Spalten voneinander getrennt sind, in welchen andere Gewebsbestandteile eingelagert liegen. Am Zahnhals und an der Wurzelspitze ist das Periost am dicksten entwickelt; je nach seiner Stärke ist die Befestigung des Zahnes in der Alveole verschieden; bei entzündlichen Zuständen des Zahnes, wo die Wurzelhaut durch entzündliche Exsudate oder durch Wucherungen verdickt ist, wird dadurch das Lockerwerden und das subjektive Gefühl des Längerseins des kranken Zahnes hervorgerufen. MALASSEZ hat wegen dieser mehr oder weniger charakteristischen Beweglichkeit des Zahnes die Wurzelhaut als eine Art Gelenk aufgefaßt und als Ligamentum alveolare bezeichnet.

Die Faserbündel besitzen keine elastischen Elemente und dringen dort, wo keine Resorptionsprozesse an Zahn und Alveole vorliegen, entweder als SHARPEYsche Fasern direkt in die Alveole oder in das Zement, wo sie sich zu den früher bereits erwähnten, zur Oberfläche des Zementes senkrecht stehenden, dicht aneinander gereihten

prismenartigen Bündeln umgestalten (v. Ebner). Durch die Sharpeyschen Fasern das Periodontium eng mit dem Zement verbunden ist, weshalb diese Membran bei Zahnextraktionen oft an der Wurzel hängen bleibt. Am Zahnhals verlaufen die Fasern fast horizontal, während die Richtung im übrigen eine mehr schräge ist, je mehr sie sich der Wurzelspitze nähern; hier gestaltet sich die anfänglich derbe Struktur der Faserzüge zu einem lockeren Bindegewebe, zwischen welchem die größeren Nerven und Gefäße liegen. Mit dem Alter wird das Gewebe feiner, indem es von beiden Seiten besonders von dem Zement der Wurzel im weiteren Wachstum beeinträchtigt wird. Niemals aber schwindet das Wurzelperiost vollständig.

Noyes unterscheidet an der Wurzelhaut zwei Arten von Fasern: die von Black genannten Hauptfasern (*principal fibres*), welche mit einem Ende am Zement und mit dem anderen am Knochen resp. am Zahnfleisch befestigt sind und den Zahn in seiner Stellung halten. Die zweite Art Fasern sind die zwischenliegenden Fasern (*indifferent or intermediate fibres*), welche die Zwischenräume zwischen den Hauptfasern ausfüllen und die Nerven und Gefäße des Periostes umgeben.

An Zellen enthält die Wurzelhaut nach Noyes 1. spindelförmige Fibroblasten zwischen den Fasern, 2. Osteoblasten, auch zwischen den Fasern liegend, und die Oberfläche des Knochens bedeckend. 3. Die ebenfalls hier liegenden und das Zement bedeckenden Zementoblasten; diese Zellen sind abgeplattet und haben unregelmäßige Umrisse, da sie sich den Fasern anpassen; sie bauen das Zement rund um die Fasern auf, wobei sie die letzteren mit einschließen. 4. Osteoklasten, welche verkalktes Gewebe auflösen und immer in irgendeinem Teile der Wurzelhaut zu finden sind. Sie sind groß und vielkernig und liegen in den Vertiefungen, welche sie im Knochen, Zement oder Zahnbein geschaffen haben. An diesen Stellen ist die Befestigung der Fasern zerstört. Nach dem Aufhören der Resorption bilden die Zementoblasten Zement, wodurch die Vertiefungen wieder ausgefüllt und die Fasern wieder befestigt werden. 5. Die bisher nur von Black beschriebenen Drüsen. Sie bilden ein dichtes Netz um die Zahnwurzel, welches im Gingivalteile der Wurzelhaut am dichtesten ist. Man sieht sie auf Querschnitten als Gruppen von mehr oder weniger runden oder ovalen Zellen zwischen den Fasern und sehr dicht am Zement. Die Zellen haben epithelialen Charakter und sind von einer sehr zarten Membran umgeben. Nach Black sind diese Drüsen kleine mit Lymphzellen angefüllte Lymphkanäle und wahrscheinlich der Sitz der Alveolarpyrrhoe. 6. Embryonale Zellen, welche in jungem Gewebe zwischen den Fasern liegen.

Am Alveolarrande geht das Wurzelperiost ohne scharfe Grenze in das Zahnfleisch über, auch hier strahlen dieselben fibrösen Bündel vom Alveolarrande aus, indem sie, schräg gegen den Zahnshals ansteigend, in das Zement übergehen und direkt in das Zahnfleisch um sich mit Bindegewebsbündeln des letzteren zu vereinigen. Die feste Verbindung zwischen Alveolarrand und Zahnhals ist das von Kölliker benannte Ligamentum circulare.

Das Wurzelperiost ist sehr reich mit Blutgefäßen versehen; sie hängen mit den Gefäßen des Zahnfleisches zusammen, sowie mit denen, welche in den Markräumen der Alveolenwände sich befinden. Nach Wedl treten die Blutgefäße von drei Quellen aus in die Wurzel-

haut ein: vom Zahnfleisch, von den Gefäßen des Alveolarknochens und von der Pulpa. Die letzteren sind die wichtigsten. Die von Wedl beschriebenen, hier vorkommenden Gefäßknäuel wurden bereits beim Pulpagewebe erwähnt.

Nicht unerwähnt dürfen die sogenannten Epithelnester von Malassez (*masses épithéliales*) bleiben, welche mehr oder weniger zahlreich im übrigen Gewebe des Wurzelperiostes zerstreut liegen; sie stellen versprengte Ueberreste der bei der Wurzelbildung beteiligten Epithelscheide (v. Brunn) dar.

Black beschreibt als „Gingivalorgan“ eine eigentümliche Modifikation des dem Zahne anliegenden Zahnfleischepithels, welches Rundzellen absondern soll.

Die zahlreichen Nerven des Periostes kommen zum Teil aus den gleichen Quellen, wie die Pulpanerven, und begleiten auch hier die Blutgefäße; sie kommen vor den Zahnnerven oder auch vom Zahnfleisch und den Knochenlücken der Alveole. Ein Teil der Nerven findet im Pleriost selbst in nicht näher bekannter Weise sein Ende.

Entwicklung der Zähne.

Obgleich die Entwicklung der Zähne bei den verschiedenen Gruppen der Vertebraten verschiedenen Modifikationen unterworfen ist, so sind doch gewisse Charaktere allen gemeinschaftlich, so daß man die Hauptgrundzüge in einer allgemeinen Beschreibung zusammenfassen kann.

Um die Erforschung der Vorgänge beim Entwicklungsprozeß der Zähne haben sich viele Odontologen verdient gemacht; allerdings gehen die Ansichten der verschiedenen Autoren ziemlich auseinander, sowohl in bezug auf die Histologie als auch auf die Entwicklung der Zahnsubstanzen. Immerhin ist es möglich, auf Grund der vielen Resultate über die Entwicklung der Zähne eine korrekte Darstellung zu geben, und sollen bei größeren Meinungsverschiedenheiten jeweilen die bedeutendsten Autoren einzeln zu Wort kommen.

Manche Odontologen teilen die Entwicklung der Zähne in verschiedene Phasen ein und unterscheiden ein papilläres, ein follikuläres und ein eruptives Stadium. Tomes verwirft diese Einteilung als inkorrekt und auf falschem Verständnis beruhend. Zahnkeime entwickeln sich im allgemeinen nicht auf der Oberfläche, sondern etwas unterhalb derselben und bei gewissen Tieren sogar sehr tief unterhalb. Einige Ausnahmen hiervon bilden die Plakoidschuppen der Haie, die auf der Oberfläche wie die ersten Zähne des Triton entstehen und nachträglich einsinken.

Bevor die Verkalkung bezw. die letzte Phase der Zahnentwicklung beginnt, bildet sich an der Stelle, an der der Zahn entstehen soll, ein besonderes, weiches Gewebe, das man als Zahnkeim bezeichnet. Alle oder auch nur Teile dieses Gewebes bilden sich durch Ablagerung von Kalksalzen zu Zahngewebe um, so daß wenigstens einige Zahnkeime sich zu einem Zahn umwandeln. Der gebildete Zahn ist weder ein Sekret noch ein Exkret des Zahnkeimes, sondern entsteht durch eine wirkliche Umwandlung desselben. Die drei Hartgewebe des Zahnes entwickeln sich aus verschiedenen Teilen des Zahnkeimes bezw. aus einem Schmelzkeim, einem Dentinkeim, und einem

Zementkeim, dessen Vorhandensein allerdings noch nicht ganz festgestellt ist. Jedenfalls besteht jeder bekannte Zahnkeim zu allererst aus zwei Teilen, einem Schmelzkeim und einem Dentinkeim; ersterer entwickelt sich aus der Mundschleimhaut (Ektoderm), letzterer aus dem tiefer gelegenen Gewebe (Mesoderm). Andere Formen, wie

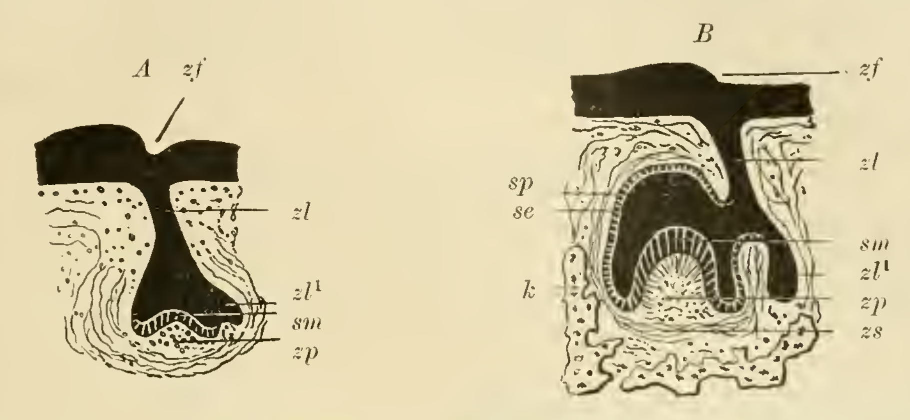


Fig. 29 A, B. **Zwei Stadien in der Entwicklung der Zähne der Säugetiere.** Schematische Durchschnitte. Nach O. Hertwig. *zf* Zahnfurche, *zl* Zahnleiste, zl^1 unterster Teil der Zahnleiste, an welchem sich die Anlagen der Ersatzzähne bilden, *zp* Zahnpapille, *sm* Schmelzmembran, *sp* Schmelzpulpa, *se* äußeres Epithel des Schmelzorgans, *zs* Zahnsäckchen, *k* knöcherne Zahnalveole.

z. B. die sogenannte Zahnkapsel, mögen sich später oder sekundär entwickeln. Aus dem Vorhandensein eines Schmelzorgans folgt aber nicht, daß durch Verkalkung seines Gewebes sich notwendigerweise Schmelz bilden müsse, denn Schmelzkeime kommen auch bei Zähnen vor, die gar keinen Schmelz besitzen. (Tomes.)

Der Teil des Zahnkeimes, aus dem später das Dentin hervorgeht, wird wegen seiner papillenartigen Form Zahnbeinpapille genannt, und in gewissem Sinne ist auch das Schmelzorgan das Epithel der Zahnbeinpapille. Diese Bezeichnung, meint Tomes, ist zwar nicht absolut unrichtig, sie kann aber leicht irreführen und das Schmelzorgan könne

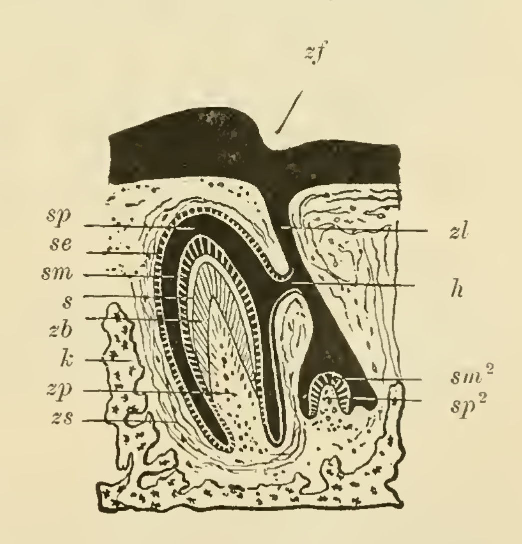


Fig. 30. **Schematischer Durchschnitt zur Entwicklung der Milchzähne und der bleibenden Zähne der Säugetiere.** Drittes, an die Fig. 29 sich anschließendes Stadium. Nach O. Hertwig. *zf* Zahnfurche, *zl* Zahnleiste, *k* knöcherne Zahnalveole, *h* Hals, durch welchen das Schmelzorgan des Milchzahnes mit der Zahnleiste *zl* zusammenhängt, *zp* Zahnpapille, zp^2 Zahnpapille des bleibenden Zahnes, *zb* Zahnbein, *s* Schmelz, *sm* Schmelzmembran, sm^2 Schmelzmembran des bleibenden Zahnes, *p* Schmelzpulpa, *se* äußeres Epithel des Schmelzorgans, *zs* Zahnsäckchen.

als eine sekundäre Entwicklung angesehen werden, während es doch eigentlich zu derselben Zeit, wenn nicht schon früher als der Zahnkeim auftritt. Im allgemeinen besteht der ganze Vorgang wohl darin, daß die tiefere Schicht des Mundepithels einen Fortsatz in das darunter befindliche Gewebe schickt, dessen Gestalt und Textur bei den meisten Tieren schon charakteristische Unterscheidungsmerkmale bietet, ehe

noch der Dentinkeim irgendwie bestimmte Formen angenommen hat. Dieser Fortsatz erweitert sich an seinem Ende derartig, daß das Bild auf Schnitten einer Tischglocke mit einem Griff ähnlich sieht. An verschiedenen Stellen findet eine Weiterentwicklung des Epithels statt, indem sich Schmelzorgane bilden, und unterhalb eines jeden derselben schreitet die Ausbildung des mesodermen Gewebes vorwärts und es kommt zur Bildung der Dentinpapille. Die Einzelheiten dieses Vorganges gestalten sich bei den verschiedenen Vertebraten ebenso verschiedenartig.

Zahnentwicklung der Säugetiere.

Ueber den Beginn der Entwicklung der Zähne sind in bezug auf den genauen Zeitpunkt für die erste Anlage sehr verschiedene Meinungen vorhanden. Nach Magitot findet die erste Zahnanlage zwischen dem 40. bis 50. Tage des Embryonallebens statt; nach Kollmann zwischen dem 60.—70. Tage; nach Röse ungefähr gegen den 40. Tag; nach Stöhr am Ende des zweiten Fötalmonats.

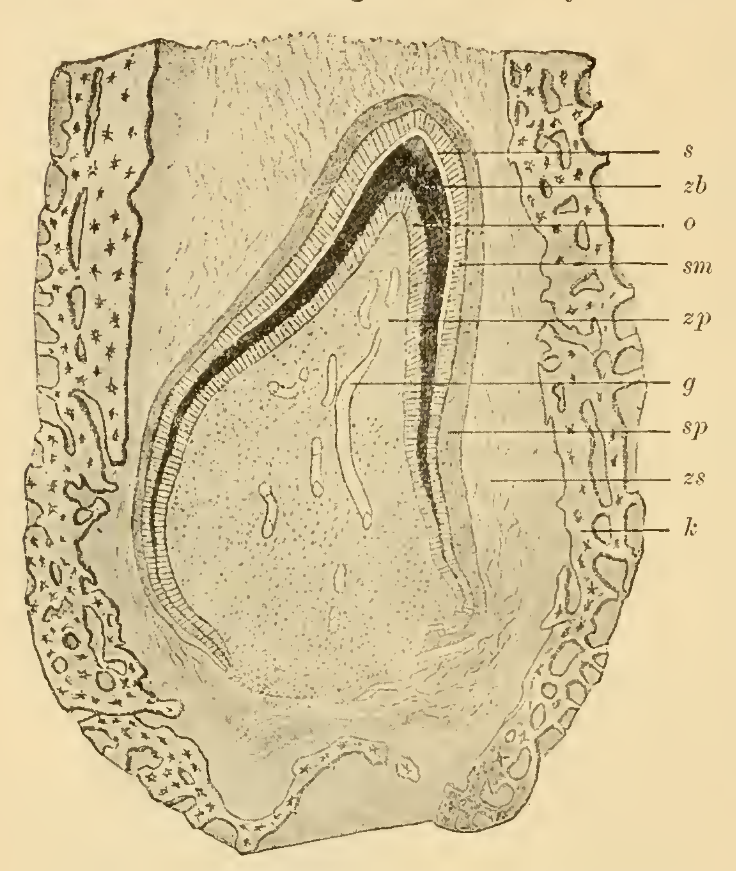


Fig. 31. **Durchschnitt durch die Zahnanlage eines jungen Hundes.** Nach O. Hertwig. *k* Knöcherne Zahnalveole, *zp* Zahnpapille, *g* Blutgefäß, *o* Odontoblastenschicht (Elfenbeinmembran), *zb* Zahnbein, *s* Schmelz, *sm* Schmelzmembran, *zs* Zahnsäckchen, *sp* Schmelzpulpa.

Der Entwicklungsprozeß beginnt damit, daß das Epithel des obersten Keimblattes (Ektoderm) sich gegen das unter demselben liegende Mesoderm hin verdickt und daß gleichzeitig eine Wucherung von Epithel in die Tiefe in Form einer Leiste oder eines Wulstes stattfindet. Diese Verdickung bezw. Epithelwucherung ist von den verschiedenen Autoren als Zahnwall, Kieferwall, Zahnleiste, Epithelleiste bezeichnet worden. Unter der Basis dieser Epithelwucherung entsteht eine Einsenkung oder Furche, die primitive Zahnfurche, Primitivfalte. Während der Wall hinter der Furche als Kieferwall bezeichnet wird, heißt derselbe vor der Furche Lippenwall. Nach einer weiteren Woche bilden sich an der Leiste einzelne Ausbuchtungen und der Schmelzkeim, die Schmelzleiste, Zahnleiste, Epithelleiste, wie das ganze Gebilde nunmehr genannt wird, schickt von verschiedenen Stellen Schmelzorgane aus, während das dahinter liegende Mesodermgewebe in Form einer kolbenförmigen Verdickung: Papille oder Dentinkeim dem Schmelzorgan entgegenwächst.

Durch das Entgegenwachsen von Zahnpapille und Schmelzkeimverdickung stülpt sich letztere kappenartig über die Papille. Der so umgeformte Schmelzkeim heißt nun Schmelzorgan, Epithelkappe. Die Verbindung zwischen Schmelzkeim und Schmelzorgan wird dabei gleichzeitig etwas mehr eingeschnürt und heißt Hals des Schmelzorganes. (Die Benennung Schmelzorgan rührt von Kölliker her, während Waldeyer und Hertwig mit Rücksicht auf die Form der Leiste letztere als Schmelzleiste, Zahn- oder Epithelleiste bezeichnen.) Gleichzeitig mit der Vergrößerung des Schmelzorganes und des Dentinkeimes gegen den vierten Fötalmonat entwickelt sich in der Umgebung eine bindegewebige Schicht, welche beide Organe sackartig umschließt und als Zahnsäckchen bezeichnet wird. Dieses Zahnsäckchen, auch Zementorgan genannt, besteht aus zwei Schichten: einer inneren, aus lockerem Bindegewebe mit vielen Gefäßen aufgebaut, der Zahnanlage direkt anschließend, und einer äußeren, gefäßlosen, aus straffen Bindegewebszügen zusammengesetzt. Das Zahnsäckchen ist an seiner Basis geöffnet und von hier aus wächst die Mesodermpapille, welche als Dentinkeim aufzufassen ist, in das Innere hinein. Dieser Dentinkeim hat die Aufgabe, während der Zahnentwicklung das Dentin zu produzieren. Nach vollendetem Wachstum wird derselbe zur Zahnpulpa; an seiner Oberfläche befinden sich die Odontoblasten, welche die Dentinausscheidung besorgen.

Die Bildung des Zahnes geht demnach vom Schmelzorgan, Dentinorgan und Zahnsäckchen (Zementorgan) aus.

Das Schmelzorgan.

Das Schmelzorgan (vgl. Fig. 32), vor seiner Metamorphose in die Glockenform, aus einer Randschicht zylindrischer und einer Mittelzone kubischer Zellen bestehend, zeigt nunmehr drei deutlich voneinander verschiedene Zellschichten: eine äußere epitheliale, eine mittlere gallertige und eine innere zylindrische Epithelschicht. Die Mittelschicht entspricht der Mittelzone der Primitivfalte, während die äußere und innere Schicht die erwähnte Randschicht repräsentieren. In diesen drei Schichten wandeln sich die Zellformen um.

Die äußere Schicht des Schmelzorganes besteht aus einer zentralen Lage von Spindelzellen, welche mit dem peripheren Netzwerk der mittleren Schicht zusammenhängen, und aus einer Lage von runden oder kubischen Zellen. Die Zellen werden durch Abplattung allmählich niedriger und bilden gewissermaßen eine Bedeckung des Schmelzkeimes gegen das benachbarte Bindegewebe. Zahlreiche Einbuchtungen von außen her, besonders in demjenigen Teile, welcher den späteren Zahnhöckern entspricht, korrespondieren mit Papillen des Zahnsäckchens, welche in der Richtung gegen das Schmelzorgan hervorragen.

Die mittlere Schicht, die ausgedehnteste und stärkste der drei Schichten, bildet den Hauptbestandteil des Schmelzorganes; dieses Schwammgewebe entspricht in seiner ganzen Form dem „netzförmigen Bindegewebe“ (Kölliker) und besteht aus sternförmiger Zellen mit 3—5 Ausläufern, welche mit solchen des benachbarten Gewebes in Verbindung stehen. In dem weitmaschigen Netzwerk ist eine eiweißartige helle gallertige Flüssigkeit enthalten, wodurch ein Schleimgewebe entsteht, welches aber kein Bindegewebe, sondern eine Modi-

fikation von Epithelzellen ist. v. Ebner bemerkt hierzu, daß man tatsächlich den Vorgang dieser Umwandlung verfolgen kann, wie die Sternzellen in der Gegend des Stratum intermedium, das dem inneren Epithel des Schmelzorganes aufliegt, langsam in geschichtetes Plattenepithel übergehen. Das gallertige Schwammgewebe nennt man auch Schmelzpulpa; diese erreicht ihre größte Ausdehnung zu Beginn der Schmelzbildung und nimmt mit dem Fortschreiten dieses Prozesses allmählich ab.

Die innere Schicht, auch Schmelzzellenschicht genannt, Stratum adamantinum, schmiegt sich der Konvexität des Dentinkeimes vollständig an und besteht aus einer gegen letzteren gerichteten Lage zylindrischer feiner Zellen, den sogenannten Schmelzzellen, Ameloblasten. Die innere Schicht heißt auch *Membrana adamantina* (Raschkow). Unter den eigentlichen Schmelzzellen, zwischen der Schmelzpulpa und dem Stratum adamantinum liegt das Stratum intermedium (Kölliker), eine Schicht spindelförmiger Ersatzzellen, welche nicht wie die Ameloblasten senkrecht auf der Oberfläche des Dentinkeimes stehen, sondern eine mehr liegende Haltung einnehmen.

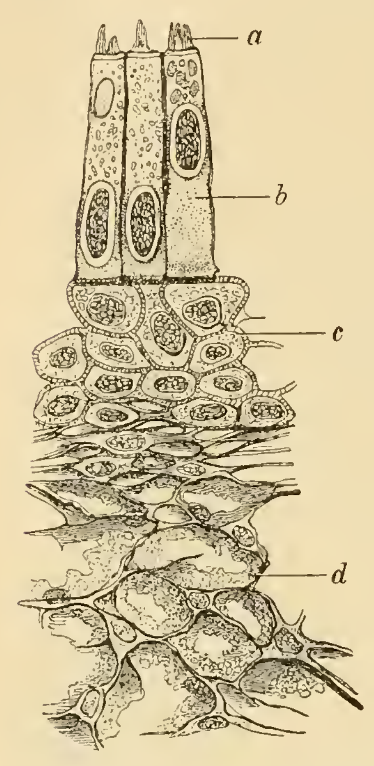


Fig. 32. **Teil des Schmelzorganes vom Schneidezahn eines neugeborenen Kindes.** *a* Tomessche Fortsätze der *(b)* Schmelzzellen, *c* Zellen der intermediären Schicht, *d* Zellen der Schmelzpulpa. Vergr. ca. 550. Nach v. Ebner.

Für die Ernährung des Schmelzorganes dienen die Gefäße des umliegenden Zahnsäckchens, da der Schmelz selbst gefäßlos ist.

Die **Entwicklung des Schmelzes** beginnt gleichzeitig mit der Dentinbildung, in der 18.—20. Woche. Der Verkalkungsprozeß wird damit eingeleitet, daß an der Zahnspitze bezw. an sämtlichen Zahnspitzen (Höckern) das sogenannte Zahnscherbchen sich bildet, welches in Form eines kleinen Hütchens von Dentin, dem sich von außen her eine Schicht Schmelz anlagert, die Zahnspitzen bedeckt und das an Umfang und Dicke beständig zunimmt, während durch Apposition des Zahnbeines die Dentinpulpa mehr und mehr eingeengt wird und nach außen hin die Schmelzpulpa unter der Bildung des Schmelzes atrophisch wird.

Analog der Zahnbeinbildung wird auch der Schmelz aus einer einzigen Lage spezifischer Zellen, den Schmelzzellen, gebildet. Mit dem zuerst nur schwach verkalkten Schmelze sind die Ameloblasten im ständigen Zusammenhang durch ihre Tomesschen Fortsätze, welche in den sich bildenden Schmelz hineinragen. Hat der Schmelz bereits eine größere Dicke erlangt, so sind in der Tiefe durch Konsolidierung des Tomesschen Fortsatzes eigentümlich glänzende Kalkkörner entstanden, welche miteinander verschmelzen, wodurch der Fortsatz die charakteristische Form und Konsistenz erhält, die später das ausgebildete Schmelzprisma zeigt.

Der eigentliche Verkalkungsprozeß wird nach zwei Theorien erklärt: Verhärtung durch Transformation oder durch Sekretion.

Bei der Verkalkung durch Transformation nehmen die Zellen des Stratum adamantinum die Kalksalze auf und wandeln sich unter Veränderung ihres Inhaltes direkt zu Schmelzprismen um. Bei der Verkalkung durch Sekretion scheiden die oben erwähnten Zellen eine sogenannte adamantinogene Substanz aus, welche durch Aufnahme der Kalksalze zu Schmelz wird. Die erste Theorie ist sehr zweifelhaft, und die zweite darf durchaus nicht als Ausscheidungsprozeß angesehen werden. v. Ebner stellt den Vorgang folgendermaßen dar:

Das Protoplasma der Schmelzzellen wandelt sich an seinem inneren Ende in eine homogene Masse um, die zunächst wie ein Kutikularsaum der Zelle erscheint, bald aber mit der homogenen, von den Nachbarzellen gebildeten Masse zusammenfließt. Während dieses Prozesses sondert sich aber gleichzeitig in der unmittelbaren Fortsetzung des Protoplasmakörpers eine faserig erscheinende Substanz ab, die alsbald in der Weise provisorisch verkalkt, daß unter Auftreten von körnigen Ablagerungen, welche dann zusammenfließen, ein junges Schmelzprisma zustande kommt. Zwischen den Prismen bleibt aber noch reichliche homogene, unverkalkte Zwischen- oder Kittsubstanz, welche allmählich spärlicher wird, wenn nachträglich die anfangs relativ dünnen Schmelzprismen sich noch verdicken.

Im großen und ganzen liegt ein Prozeß vor, der manche Analogien mit dem Verzahnungsvorgange des Dentins bietet. In beiden Fällen wird von zylindrischen Zellen, hier Schmelzzellen, dort Odontoblasten, eine zusammenfließende Masse gebildet; hier Kittsubstanz des Schmelzes, dort Grundsubstanz des Zahnbeines, in welcher aber die Protoplasmafortsätze der Zellen als differente Teile, hier als Tomessche Fortsätze beim Zahnbein als Zahnfasern hervortreten. Die weiteren Umwandlungen sind aber gerade entgegengesetzte. Beim Schmelze bleibt anfänglich die zusammenhängende Masse unverkalkte Kittsubstanz, die Protoplasmafortsätze der Zellen wandeln sich dagegen in verkalkte Prismen um, während beim Zahnbeine die zusammenfließende Masse verkalkt und zur Grundsubstanz wird, und die Protoplasmafortsätze der Zellen als solche erhalten bleiben. Die Schmelzbildung schreitet wohl in der Weise fort, daß die Ameloblasten an ihrem inneren Ende bis zur Vollendung der Schmelzbildung fortwachsen, während das äußere, den Kern enthaltende Ende fortdauernd Stoffe assimiliert, die aus dem Stratum intermedium und weiterhin aus der Schmelzpulpa aufgenommen werden. Mit der allmählichen Ausbildung des Schmelzes nimmt die Dicke der Schmelzpulpa mehr und mehr ab, und die intermediäre Schicht gelangt schließlich ganz nahe an das äußere Schmelzepithel, das seinerseits in direkter Berührung mit den reichlichen Blutkapillaren des Zahnsäckchens steht. Da jede Schmelzzelle von Anfang bis zu Ende am Aufbau eines und desselben Schmelzprismas arbeitet, gehen die Prismen durch die ganze Schmelzdicke.

Von vielen Autoren wird, wie schon bei der Struktur des Schmelzes bemerkt wurde, im Gegensatz zu v. Ebner die Existenz einer Kittsubstanz geleugnet. Die obige Darstellung ist daher nicht ohne weiteres unbestritten.

Die Schmelzbildung schließt damit ab, daß die Kutikularsäume der Ameloblasten zu einem festen, gleichmäßigen, hornartigen homogenen Häutchen, dem Schmelzoberhäutchen, sich ausbilden, indem zuletzt die Zelle keinen Tomesschen Fortsatz bezw. kein

Schmelzprisma mehr bildet. Diese Nasmythsche Membran hängt mit der Kittsubstanz der Schmelzprismen fest zusammen; seine Genese ist auch eine umstrittene Frage, die bereits bei der Struktur des Schmelzes erörtert worden ist.

Nachdem der Schmelz die Ausdehnung der schon erwähnten Glockenform in seinem Entwicklungsprozeß erreicht hat, und die Cuticula fertig gebildet ist, hat mit dem Verbrauch des Schmelzorganes die Schmelzbildung und der Verkalkungsvorgang ihren Abschluß erlangt, so daß weder äußere noch innere Formationsfehler später ausgeglichen werden können. Da die Ameloblasten verschwunden sind, so kann auch selbst bei Annahme einer Saftströmung im Schmelz eine Neubildung von Schmelzgewebe niemals vorkommen.

v. Ebner unterscheidet folgende ineinander übergehende Entwicklungsstufen des Schmelzes: 1. Primärer Schmelz schließt sich unmittelbar an die Schmelzzellen an, erscheint ziemlich undurchsichtig, mit nicht deutlich hervortretenden Prismen, die noch nicht doppelbrechend, stark färbbar und von deutlich körnig-globulitischer Struktur sind. 2. Junger Schmelz erscheint etwas durchsichtiger als die primäre Art, zeigt deutlich gesonderte Prismen, die stärker lichtbrechend sind als die verbindende Kittsubstanz. Der junge Schmelz erscheint bräunlich im durchfallenden Lichte; die Prismen sind oft varikös; der junge Schmelz ist stark positiv doppelbrechend. 3. Beim Uebergangsschmelz sind die Prismen noch scharf gesondert, aber am Schliffe durchsichtiger, von hellbräunlichem Aussehen im durchfallenden Lichte; die Prismen sind fast homogen, zum Teil ohne, zum Teil mit bereits negativer Doppelbrechung. 4. Harter fertiger Schmelz erscheint im durchfallenden Lichte farblos, wasserhell, homogen, mit oft nur undeutlich wahrnehmbaren Prismengrenzen, stets negativ doppelbrechend. Im harten Schmelze treten erst die mannigfaltig gestalteten Schmelzkanälchen und unvollständig entwickelten Schmelzpartien sehr gut hervor.

Die definitive Verkalkung des Schmelzes folgt in der Hauptsache nach dem Alter der Schmelzablagerung, schreitet also von der Tiefe am Zahnbeine gegen die Oberfläche und von den Kronenspitzen zum Schmelzrande fort. Zur Zeit des Zahndurchbruches sind erst die Kronenspitzen verkalkt. Die eigentlichen Schmelzkanälchen sind sekundäre Bildungen, die erst in den letzten Stadien der Schmelzbildung sichtbar werden.

Das Dentinorgan.

Es wurde schon bei der Schmelzentwicklung erwähnt, daß zuerst die Zahnspitzen bezw. die Zahnhöcker sich ausbilden und der Zahnkeim so lange fortwächst, bis die definitive Größe und Form der ganzen Krone so weit erreicht ist, bis sie der späteren Grenze von Schmelz und Dentin im Bezirke der Kaufläche entspricht. Die Bildung von Zahnbein und Schmelz geschieht gleichzeitig am Ende des vierten Fötalmonates (v. Ebner) und im siebenten Monat ist sie an allen Milchzähnen bereits im vollen Gange. Die ersten Stadien der Dentinentwicklung sind etwas früher sichtbar als bei der Schmelzbildung; sie folgen von der Basis der Papille gegen die Spitze der Krone, wo die Entwicklung am weitesten fortgeschritten ist, aufeinander. Von der Peripherie des Zahnbeinkeimes bildet sich der innere Teil des Zahnscherbchens bezw. das Dentin, während der äußere Teil des Zahnscherbchens aus Schmelz besteht und vom Schmelzorgane erzeugt wird.

Der Zahnkeim besteht zuerst aus einer gleichartigen weichen Grundsubstanz; in das Bindegewebe, das die Gestalt einer Papille angenommen hat, breitet sich ein feines Netz von Kapillaren aus; leimgebende Fibrillen sind um diese Zeit noch keine im Zahnkeime vorhanden. Die Form der Papille wird nach und nach der künftigen Zahnkrone ähnlich, und die Höcker der Molaren sind durch kleine Zipfel angedeutet. Die an der Peripherie gelegene Schicht von Bildungszellen des Zahnbeines ist deutlich zu erkennen. Auch die histologischen Elemente fangen an sich umzuwandeln. Die Rundzellen des embryonalen Gewebes differenzieren sich zu Spindelzellen, wodurch die Papille fester wird. v. EBNER erwähnt das an der Grenzschicht des Zahnkeimes auftretende Häutchen, welches als Membrana praeformativa (RASCHKOW) oder als die KÖLLIKERsche Basalmembran bekannt ist. (Vergl. pag. 124.) Die unter der Grenzschicht befindlichen Zellen werden gegen die Spitzen der Papillen nach und nach höher und gruppieren sich nach Art eines Zylinderepithels zu der Odontoblastenschicht, der Membrana eboris von KÖLLIKER. Die zellenfreie Schicht über den Odontoblasten, die frühere Membrana praeformativa, verdickt sich etwas, und zwischen den Odontoblasten sieht man dieselbe Substanz, welche die Membrana praeformativa zusammensetzt, in Form von Zacken oder faserförmigen Fortsätzen gegen die Pulpa vorspringen (HOEHL, v. KORFF).

Nach v. EBNER ist diese Substanz als eine Vorstufe des Zahnbeines zu betrachten und wird als Prädentin bezeichnet, welches weiter nach aufwärts in unverkalktes Zahnbein übergeht. Letzteres ist zum Unterschied vom Prädentin durch eine deutlich fibrilläre Struktur charakterisiert. Weiter aufwärts wird das unverkalkte Zahnbein von dem verkalkten Gewebe überdeckt, und letzteres setzt sich gegen das unverkalkte Zahnbein durch eine buchtige Grenze ab, die mit den Zahnbeinkugeln in das unverkalkte Zahnbein eingreift.

Die **Zahnbeinentwicklung** geht nach v. EBNER in der Weise vor sich, daß die äußeren protoplasmatischen Enden der Odontoblasten sich zunächst in eine fast homogen aussehende Masse umwandeln, welche mit der von den Nachbarzellen gelieferten zu einer gemeinsamen membranartigen Schicht zusammenfließt: Membrana praeformativa. So entsteht eine oberflächlich homogene Prädentinlage. Hierauf folgt eine Ausscheidung von Prädentin an den äußeren Enden sowohl als auch an den Seitenflächen der Odontoblasten. Diese Ausscheidung, an der sich auch Pulpazellen beteiligen, kann sich bis in die oberflächliche Schicht des Zahnkeimes unter den Odontoblasten fortsetzen in Form von Fasern (v. KORFF). Das Prädentin wandelt sich dann zunächst dicht unter dem Schmelzepithel in unverkalktes Zahnbein dadurch um, daß in der anfänglich faserlosen Prädentinsubstanz leimgebende Fibrillen sich ausscheiden, während die v. KORFFschen Fasern zwischen den Odontoblasten erst viel später in die Dentibildung einbezogen werden. Mit der zunehmenden Ablagerung von Zahnbein rücken die höher und regelmäßiger werdenden Odontoblasten mehr und mehr von dem Schmelzepithel ab, während die v. KORFFschen Fasern in das sich verdickende Zahnbein gleichsam hineingezogen werden. Bei weiterer Entwicklung verschwinden diese Fasern mehr und mehr, und die Altersstufen des sich bildenden Zahnbeines folgen in Schichten aufeinander, die der

Oberfläche des Zahnkeimes parallel geordnet sind. Erst kommt als äußerste Schicht das verkalkte, dann das unverkalkte Zahnbein und ganz nach innen liegend, dicht an der Odontoblastenschicht eine dünne Lage von Prädentin, das anfänglich eine weiche Substanz darstellt und später zu dem festen Prädentin wird, welches die jeweilige innere Begrenzungsmembran des Zahnes bildet. Hand in Hand mit dem Dickerwerden des Dentins, durch allmähliche Ablagerung von den Odontoblasten aus, geht die Bildung der Zahnkanälchen.

Ueber die Entwicklung der Zahnbeingrundsubstanz sind die Odontologen nicht einig und der Prozeß, der sich hierbei abspielt, wird verschieden erklärt. Das schon erwähnte Zahnscherbchen spielt auch bei der Dentinbildung keine unwichtige Rolle. Röse behauptet, daß zuerst der Schmelz gebildet wird und dann das Zahnscherbchen an ein Dentinscherbchen sich anlegt. In demselben Maße, wie der Schmelz nach außen in seiner Bildung fortschreitet, entwickelt sich das Dentin nach innen, wodurch der Umfang des Dentinorganes entsprechend kleiner wird.

Da die Lage der Odontoblasten unverändert bleibt, und der Raum nach innen sich verengt, so drängen sich die Zellen zusammen, verkleinern sich und zeigen Knickungen. Bezüglich der Art der Dentinentwicklung aus dem Dentinorgan erklärt Waldeyer, daß die Bildung des Zahnbeines in der Umwandlung eines Teiles des Protoplasmas der Elfenbeinzellen in leimgebende Substanz mit nachfolgender Verkalkung besteht, wobei der andere Teil des Zellprotoplasmas in Form weicher Fasern in der erhärtenden Masse zurückbleibt. Nach Hertz ist die Grundsubstanz des Zahnbeines durch eine Umwandlung und Verkalkung der Intercellularsubstanz der Pulpazellen entstanden. Es bestehen auch bei der Dentinbildung die zwei gleichen Theorien, wie bei der Schmelzbildung. Die erstere Ansicht erklärt den Bildungsprozeß auf dem Wege der Transformation, die letztere auf dem der Sekretion. Für die direkte Umwandlung der Odontoblasten in Grundsubstanz plädieren außer Waldeyer noch Ch. Tomes, Beale, Boll, Klein, Walkhoff, Morgenstern u. a., während für den Sekretionsprozeß, die Entstehung des Zahnbeines durch Ausscheidung, Hertz, Kölliker, Lent, Kollmann, Wenzel, Löwe, Baume, Sudduth u. a. eintreten. Nach der Ansicht von Hertz sind die Odontoblasten bei der Bildung der harten Grundsubstanz nicht beteiligt; dagegen ist Kölliker der Ansicht, daß auch von den Odontoblasten, die durch Aufnahme von Kalksalzen später verhärtende Substanz, sogenannte dentinogene Substanz, ausgeschieden wird. In Einzelheiten gehen die Ansichten vielfach auseinander. v. Ebner meint, daß die Hauptfrage jedoch die zu sein scheint, ob ganze Zellen sich in Grundsubstanz umwandeln, wie Waldeyer früher angenommen hat und Morgenstern behauptet, oder ob dieselbe Odontoblastenschicht das ganze Zahnbein liefert, was Kölliker kurzweg als Ausscheidung bezeichnet. In späterer Zeit hat übrigens Waldeyer seine ältere Ansicht aufgegeben und sich in der Hauptsache der Meinung von Kölliker angeschlossen. Auch Walkhoff gelangte zu der Ueberzeugung, daß dieselben Odontoblasten während der ganzen Zahnbeinbildung tätig sind. Dieser Autor untersuchte das Verhalten vor und während der Dentinentwicklung und unterscheidet vier Stadien an den Odontoblasten: 1) das Stadium der regellos liegenden Rundzellen; 2) diese letzteren ordnen

sich nebeneinander und beginnen einen protoplasmatischen Leib zu bilden; 3) das Stadium der walzen- oder zylinderförmigen Zellen; 4) das Stadium der rüben- oder birnförmigen Zellen.

Die Odontoblasten werden beim weiteren Verlauf der Dentinbildung immer kleiner, bis schließlich nach Beendigung des Bildungsprozesses nur Kerne übrig bleiben.

Morgenstern hat in bezug auf die Odontoblasten eine vollkommen neue Theorie aufgestellt. Nach diesem Autor sind die Odontoblasten keine Zellen, sondern Gebilde, welche durch Verschmelzung von Elementar- oder Ersatzzellen entstanden sind. Dieser Vorgang heißt nach Morgenstern Konjugation. v. Ebner hält diese Auffassung als auf Täuschung beruhend, welche wesentlich durch Schiefschnitte hervorgerufen wurde. Auch Röse, Walkhoff, Höhl u. a. widerlegen diese Theorie.

Morgenstern wies ferner auf die Funktion der Blutgefäße bei der Dentinbildung hin. Bestätigung hat diese Theorie bisher nicht gefunden, sondern Walkhoff, welcher diese Untersuchungen nachprüfte, konnte nur bestätigen, daß Odontoblasten bisweilen in das Dentin hineingeraten und dann aber für weitere Dentinbildung als unwirksam zu betrachten sind.

Weil hat eine strukturlose Schicht unter den Odontoblasten beschrieben (von welcher bei der Struktur der Zahnpulpa schon die Rede war) und diese Schicht als sehr wichtig für die Dentinbildung bezeichnet. Walkhoff hat die Weilsche Schicht zwar auch gefunden, aber nur dort, wo die Odontoblasten ihre Funktion bereits eingestellt hatten; diese Schicht bedeutet nach Walkhoff das Endstadium der Dentinbildung, da der Zelleib der Odontoblasten geschwunden ist und somit ihre Funktion aufgehört hat.

Williger, der dieser Ansicht entgegentritt, hat die Weilsche Schicht immer, also auch im jugendlichen Zahn, gefunden und sieht diese Basalschicht als eine wohlcharakterisierte und zum normalen Pulpagebilde gehörende anatomische Schicht an, welche aus Pulpagrundsubstanz mit den Pulpafortsätzen der Odontoblasten und einzelnen Odontoblasten besteht, sowie von Blutgefäßen reichlich durchzogen ist. Williger hält es für möglich, daß diese Basalmembran die „Ernährungsschicht, das Stratum chorioideum“ für die Odontoblasten ist.

Vor kurzem versuchte v. Korff den Entwicklungsprozeß auf neue Grundlagen zu stellen. Nach diesem Autor entwickelt sich die Grundsubstanz aus kollagenen Strängen und nicht von den Odontoblasten aus; diese Stränge entspringen von feinen Bindegewebsfibrillen, welche, nachdem sie die interzellulären Lücken der Odontoblasten in Schlängelungen durchlaufen haben, als zahlreiche feine Fibrillen in die Dentinsubstanz ausstrahlen. v. Korff kommt nach den Untersuchungen des Knochengewebes zu dem Resultat, daß die Osteoblasten für die Entwicklung der Grundsubstanz des Knochens nur eine untergeordnete Rolle spielen und ebenso die Odontoblasten für die Dentinsubstanz, welche hier nun die Tomesschen Fasern bilden, während die Grundsubstanz ausschließlich von der Pulpa stammt. v. Ebner hat das ganz Verfehlte dieser Auffassung klarzulegen versucht und bemerkt, daß die v. Korffschen Fasern nur im Beginne der Zahnentwicklung auftreten, bevor noch verkalktes Zahnbein vorhanden ist, während bei späterem Dickerwerden des Dentins diese Fasern voll-

ständig fehlen, weshalb den letzteren eine mechanische Bedeutung für die Ablagerung des Prädentins nur so lange zukommt, als das feste Widerlager des verkalkten Zahnbeines noch nicht besteht. Das was hier als weiches und hartes Prädentin unterschieden wird, wurde von Höhl samt dem unverkalkten Zahnbeine unter dem gemeinsamen Namen einer dentinogenen Substanz zusammengefaßt.

Ebenso wie die Bildung der Grundsubstanz unterliegt auch die Entwicklung der Neumannschen Scheiden und der Tomesschen Fasern verschiedenen Interpretationen der Odontologen. Waldeyer bezeichnet die Neumannschen Scheiden als elastische Begrenzungsschichten der Interzellularsubstanz gegen die Zahnfasern, nach Neumann verdichtete Dentingrundsubstanz. Nach Kölliker sind die Zahnfasern durch lebhaftes Spitzenwachstum der Odontoblasten entstanden. Waldeyer tritt dieser Behauptung entgegen, da nach seiner Ansicht die Odontoblasten nicht am peripheren, sondern am zentralen Ende wachsen; als Beweis dafür ist die Lage des Kernes am zentralen Ende der Odontoblasten anzusehen, da die Kerne in den Zellen stets dort liegen, wo die Funktionen am stärksten sich abspielen. Nach Waldeyer ist die Zahnfaser ein Rest des Protoplasmas der Odontoblasten, welcher nicht, wie der übrige Zellinhalt, in die dentinogene Substanz, die dann die Kalksalze aufnimmt, umgewandelt worden ist.

Das Zahnsäckchen.

Das Zahnsäckchen, auch das Zementorgan genannt, von Kölliker als Follikelsack, Sacculus dentis, bezeichnet, der darunter den ganzen Zahnkeim versteht, also sowohl das Zahnsäckchen, als alles, was in ihm eingeschlossen ist; das umhüllende Gewebe ist das „eigentliche Zahnsäckchen". Schon in der frühesten Zeit der Zahnentwickelung beobachtet man sein Erscheinen in Gestalt eines verdichteten Bindegewebsstreifens in der Umgebung des Schmelz- und Dentinorganes. Das Zahnsäckchen umschließt beide angelegten Organe in Form einer bindegewebigen Kapsel. Periost und Zahnsäckchen sind an manchen Stellen schwer zu trennen. Meist jedoch ist zwischen sie ein auffallend lockeres Bindegewebe eingeschoben; letzteres wurde von manchen Autoren sogar als lufthaltig beschrieben. An der zentralen Seite steht das Zahnsäckchen mit dem Schmelzorgan, an der peripheren mit dem Perioste des Knochens in Verbindung, geht nach der Tiefe zu in das Bindegewebe der Papille über und wird vom Verbindungsstrange durchbohrt.

Histologisch kann man am Zahnsäckchen zwei Schichten unterscheiden: eine äußere festere gefäßlose, aus dichtem Bindegewebe, und eine innere lockere gallertige, welche der Zahnanlage direkt aufsitzt und von vielen Zellelementen und Gefäßen durchzogen ist. An seiner Basis ist das Zahnsäckchen geöffnet und von hier aus wächst der Dentinkeim, die schon erwähnte mesodermale Papille, in dessen Inneres hinein. Die Gefäße haben meist einen geradlinigen Verlauf. Wedl beschreibt in der Zone des Zahnsäckchens, welche das Schmelzorgan berührt, Kapillaren in den Papillen, welche Umbeugungsschlingen bilden. Diese vaskularisierten Papillen stehen nach Wedls Angabe mit dem Schmelzorgan in so innigem Zusammenhange, daß nach dem Abziehen des Zahnsäckchens dessen Papillen mit den Umbeugungsschlingen am Schmelzorgan hängen bleiben.

Kölliker erklärt die Entstehung des Zahnsäckchens als eine Verdichtung des Bindegewebes infolge der Verdrängung desselben bei der Ausbreitung des Schmelz- und Dentinorganes. Von anderer Seite wird angenommen, daß das Zahnsäckchen aus der Basis der Dentinpapille um den Zahnkeim herumwächst.

Das Zahnsäckchen beteiligt sich in hervorragender Weise an der Bildung des Zementes, und zwar des Wurzelzementes, sofern man von der Ansicht absieht, daß das Schmelzoberhäutchen von ihm ausgeschieden wird.

Zement entsteht ebenso wie das Schmelzoberhäutchen erst nach der Geburt kurz vor dem Durchbruch der ersten Milchzähne. Es stellt ein Produkt des Zahnsäckchens dar, das zum Teil als Wurzelhaut, zum Teil weiter peripherisch als Alveolarperiost fortbesteht (Stöhr). Beim Zahndurchbruch gehen die Schmelzzellen und die Schmelzpulpa spurlos zugrunde.

Die **Bildung des Zementes** ist jener des Knochengewebes ganz ähnlich. Der Entwicklungsprozeß geht von der inneren Wand des Zahnsäckchens aus, indem sich Zellen abschnüren, welche sich zu Zementoblasten (analog den Osteoblasten des Knochens) umbilden. Sie durchbrechen die Epithelscheide, lagern sich der Oberfläche des Dentins an und liefern eine Zementschicht auf dem Zahnbein der Wurzel, die anfänglich dünne Schicht wird allmählich dicker.

Zur Zeit der Wurzelbildung ist das Zahnsäckchen an seinem Kronenteil mit dem Zahnfleisch fest verwachsen. Beim Durchbruch des Zahnes verschmilzt der Rest des Schmelzorganes mit dem Epiderm zu dem Epithel des Zahnhalses: Ligamentum circulare. Das ursprüngliche Zahnsäckchen wandelt sich in ein dem Knochenperioste ähnliches Blastem um. Das zellenfreie Zement wird ebenfalls von Zementoblasten gebildet, ohne daß jedoch einzelne derselben in die Grundsubstanz des Zementes eingeschlossen werden. v. Ebner betont als bemerkenswert bei diesem Bildungsprozeß das Vorkommen auffallend abgeplatteter Zementoblasten. Die Entwicklung Sharpeyscher Fasern ist am Zemente massenhaft; dieselben vereinigen sich später mit Fasern der Alveolarwand und durchsetzen als unverkalkte Fasern das lockere Bindegewebe, das zwischen Alveolarwand und Zement sich befindet, und gehen in die eigentümlichen Fasern der Wurzelhaut über.

Die Zementkörperchen sind in der erhärtenden Masse zurückgebliebene Zellen, welche andere Form angenommen haben.

Das sog. Kronenzement entsteht dadurch, daß sich über der Schmelzpulpa, auf der dem Schmelz aufliegenden Schicht des Zahnsäckchens, Zellen ansammeln, die entweder bisweilen hyalinen Knorpel bilden, der unmittelbar vor dem Durchbruch des Zahnes verknöchert — wodurch Knorpelzement entsteht —, oder, wie das meist der Fall ist, wird Bindegewebe gebildet, das dann ebenfalls verknöchert, und Knochenzement erzeugt. Beiden Prozessen gemeinsam ist die Tatsache, daß die Schmelzpulpazellen durch die Bindegewebszellen von dem fertig gebildeten Schmelz abgehoben und verdrängt bezw. resorbiert werden. Bei der Verknöcherung des Knochenzementes tritt ein knorpeliges Zwischenstadium nicht auf. Die Bildung des Kronenzementes ist eine Folge frühzeitigen Abschlusses der Schmelzentwicklung. Bricht nach der Schmelzentwicklung und nach der Rückbildung der Epithelscheide der Zahn bald durch, so ist zur

Zementproduktion keine Zeit gegeben. Bei den Wiederkäuern wird diese Zeit gewonnen durch beschleunigte Rückbildung des Schmelzorganes (A. Hoffmann).

Man nimmt gewöhnlich an, daß das Zement an den Kronen der menschlichen Zähne, der Karnivoren u. a. fehle, und mit einem dünnen Rande am Zahnhals beginne, wo es den Schmelz eine Strecke weit überzieht. In zusammengesetzten Zähnen bildet das Zement die Kittsubstanz zwischen den Dentikeln (*Hydrochoerus Capybara*, *Elephas*) und ehe die Zähne abgenutzt sind, bildet es eine vollständige Decke für die Kuppe der Krone. Ebenso bedeckt das Zement die Krone der komplizierten Nagetierzähne und ganz besonders bei den Ungulaten, Ruminantien, Pachydermen, in Form einer dicken Kruste von Knochensubstanz. Dieses Kronenzement wird von vielen Autoren mit der Nasmythschen Membran identifiziert, wovon bereits bei der Struktur des Schmelzes die Rede war.

Die Membrana praeformativa.

Bei der Schmelz- und Dentinbildung ist der Membrana praeformativa Erwähnung getan. Gemäß den alten Theorien über die Entwicklung der Zähne war der Zahnkeim zuerst eine freiliegende unbedeckte Papille der Schleimhaut, die dann später sich in die Tiefe senkte und eingekapselt wurde. Dann lehrten die älteren Histologen, wie Purkinje und Raschkow, daß feine homogene Membranen *(Basement membranes)* auch unter dem Epithel der Schleimhaut vorkämen und bestimmte Grenzschichten bilden, über welche hinaus kein Gewebe sich weiterverbreiten könne. Diese Grenzschicht wurde bald zwischen Schmelz und Zahnbein, bald auf die Oberfläche der Odontoblasten verlegt, ja sogar mit dem Schmelzoberhäutchen identifiziert. Ebenso dachte man sich, daß auch die Zahnpapille von einer solchen Membran bedeckt sei. Daß diese Grenzschicht zwischen Schmelz und Dentin liegen sollte, bedingte Schwierigkeiten für das Verständnis des Verkalkungsprozesses. Nach Henle sollen die Spuren der Membran schnell schwinden, die Verknöcherung jedoch nach entgegengesetzten Richtungen hin auf beiden Seiten derselben vor sich gehen; beim Schmelz von innen nach außen und umgekehrt beim Dentin. Huxley, der bezüglich der Lage dieser Membran von der gleichen Vermutung ausging, kam in betreff ihres späteren Schicksales zu einem anderen Schluß. Aus der Tatsache, daß man ein zusammenhängendes Gewebe oder eine Membran, wie Purkinje und Raschkow konstatiert haben, von der Oberfläche des sich entwickelnden Schmelzes abheben könne, schloß dieser Autor, daß die ursprüngliche Membrana praeformativa das Häutchen sei, das sich späterhin zur Cuticula dentis entwickle, daß aber der Schmelz ohne direkten Anteil des Schmelzorganes sich bilde, indem eine Membran beide voneinander trennt. Wie Tomes aber schon bewiesen hat, ist diese so darstellbare Membran ein Kunstprodukt, das durchaus kein vorhandenes Gewebe repräsentiert. Kölliker behauptete früher, daß die Membrana praeformativa tatsächlich existiere und sich später in das Schmelzoberhäutchen umwandele, und obgleich er jetzt eine ganz andere Erklärung über den Ursprung der Cuticula dentis gibt, so ist in den späteren Ausgaben seiner Gewebelehre keine genaue Mitteilung über den Verbleib der Membrana praeformativa zu finden.

Der Membran werden drei verschiedene Stellen zuerkannt, wo dieselbe liegen soll. Sie liegt entweder zwischen Dentin und Schmelz, wie HENLE behauptet, oder zwischen Schmelz und Schmelzorgan und nach außen vom Schmelz (HUXLEY), oder endlich nach der Ansicht anderer Autoren zwischen Dentin und Pulpa. MARKUSEN leugnet absolut die Existenz dieser Membran und glaubt, daß dieselbe nichts anderes sei als der zuerst verknöcherte Teil der Zahnpapille. BEALE, HERTZ, WENTZEL, WALDEYER und eine große Zahl anderer Forscher glauben niemals, daß eine solche Membran an irgendeiner der oben genannten drei Stellen vorkomme. ROBIN und MAGITOT, und später v. BRUNN und v. EBNER sind der Ansicht, daß die Membrana praeformativa eine homogene Oberflächenschicht ist, die sich dann in die erste Dentinschicht umwandelt. Das von HUXLEY beschriebene abhebbare Häutchen zwischen dem sich entwickelnden Schmelz und den Ameloblasten entspricht, wie J. TOMES und KÖLLIKER annehmen, der äußersten Lage des in Bildung begriffenen Schmelzes, oder, genauer ausgedrückt, den Kutikularsäumen (KOLLMANNschen Deckeln) der Schmelzzellen, welche die Uebergangszone zwischen letzteren und dem Schmelz darstellen, innerhalb welcher noch keine Differenzierung von TOMESschen Fasern und Zwischensubstanz stattgefunden hat. Da die Ameloblasten am Abhange der Papillen auf das unverkalkte Dentin übergehen, so kann bei Abhebung der Häutchen durch Reagenswirkung die HUXLEYsche Membran wie eine Fortsetzung der Membrana praeformativa erscheinen, mit welcher dasselbe durchaus nicht identisch ist. Es wurde aber die Sache von HUXLEY so aufgefaßt und demgemäß die Lehre aufgestellt, daß der Schmelz unter der Membrana praeformativa entstehe, die später zur Cuticula dentis sich entwickele. v. EBNER bemerkt hierzu noch, daß das HUXLEYsche Häutchen, welches am Schlusse der Schmelzbildung entsteht, allerdings zum Schmelzoberhäutchen wird; während der Schmelzbildung selbst jedoch ist es aber nur die früheste Stufe des Schmelzes und hat mit der Membrana praeformativa nichts zu tun. Die an HUXLEY sich anschließende Auffassung von KOLLMANN, daß das Schmelzoberhäutchen während des ganzen Entwicklungsprozesses als ein permanentes Gebilde in Form von „Deckelmembranen" der Schmelzzellen bestehe, durch welche der Schmelz sezerniert werde, kann v. EBNER nicht teilen. Er betrachtet die Deckelmembranen vielmehr als ein immer neu entstehendes Differenzierungsprodukt der Schmelzzellen, welches weiterhin zu Schmelzprismen und Zwischensubstanz sich sondert und erst am Schluß der Schmelzbildung zu einer wahren Membran wird. HUBER betrachtet die Membrana praeformativa als ein Produkt der Odontoblastenenden, welche durch Verschmelzung eine ununterbrochene Fläche bilden und meint, daß diese durch Verkalkung zur TOMESschen Körnerschicht wird, eine Ansicht, die viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die Struktur der Zähne der Marsupialier spricht sehr gegen das Vorhandensein einer Membrana praeformativa, denn hier müßte diese Membran infolge des weichen Inhaltes des Dentins und der Schmelzkanälchen überall durchlöchert sein. Jedenfalls sind alle Hypothesen bezüglich der Membrana praeformativa, deren Vorhandensein mehr bestritten als zugegeben wird, als eine noch ungelöste Frage zu betrachten.

Entwicklung der Zahnwurzeln.

Während nach der vollendeten Zahnbildung das Schmelzorgan vollständig zugrunde geht, bleibt das Dentinorgan ebenso wie das Zahnsäckchen bestehen. Das erstere bildet sich nach Umwandlung des unreifen Bindegewebes in reifes Pulpagewebe um, während das Zahnsäckchen zum Wurzelperiost wird. Letzteres sowohl wie auch die Pulpa behalten die ihnen während der Entwicklungsperiode eigentümliche Funktion der Zahnbein- resp. Zementbildung bei, demzufolge auch später diese beiden Zahnsubstanzen gebildet werden.

Die weitere Ausbildung des Zements und des Dentins der Wurzel führt zu einer Verengerung des Wurzelkanals bezw. zur Bildung eines solchen. Solange die Wurzelöffnung noch weit ist, hat sie einen charakteristischen scharfen Rand. Erst nach gänzlicher Ausbildung der Wurzel verschwindet die Schärfe dieses Randes, und es bleibt ein verhältnismäßig enges Kanälchen zurück, dessen Oeffnung das Foramen apicale darstellt.

Die Anlage der Zahnwurzel beginnt erst, wenn die Krone fast ganz fertig gebildete Form hat. Hierbei wächst die Dentinpapille in Form eines Zapfens bezw. mehrerer konischer Zapfen bei mehrwurzeligen Zähnen in die Tiefe. In der Gegend des Zahnhalses verklebt das innere mit dem äußeren Epithel des Schmelzorganes, so daß die intermediäre Schicht und die Schmelzpulpa verdrängt werden. Diese aus nur zwei Schichten bestehende Membran, die Epithelscheide, dringt schlauchförmig in die Tiefe des Mesodermgewebes ein, bis schließlich ein der künftigen Wurzellänge entsprechender Bindegewebszapfen in derselben steckt. Diese Epithelscheide des Schmelzorganes bildet keinen Schmelz, sondern sie ist mehr formbestimmend und endigt kurz vor der Wurzelspitze, soweit dieselbe nur vom Zement gebildet wird.

Die Verhärtung der Wurzeln erfolgt, bevor dieselben in ihrer ganzen Länge angelegt sind, und schreitet, wie die Anlage, allmählich nach der Tiefe vor. Die ausgewachsene Dentinpapille entspricht in ihren Dimensionen und der Form dem in der Wurzel gebildeten Dentin; die Ablagerung des Zahnbeines erfolgt von außen nach innen. Das Zahnsäckchen lagert auf jede frisch gebildete dünne Dentinschicht Zement ab bezw. eine weiche leimgebende Substanz, die durch Imprägnierung mit Kalksalzen zur harten eigentlichen Zementgrundsubstanz sich ausbildet. Die Zementkörperchen sind, wie schon erwähnt wurde, die in der verhärtenden Masse übrig gebliebenen modifizierten Zellen.

In dem Maße, wie die Wurzel ihre Bildung allmählich abschließt, bricht langsam die Krone durch das Zahnfleisch. Die Zähne erscheinen somit in der Regel früher im Mund, als ihre Wurzelform vollendet ist. Letzteres ist erst dann der Fall, sobald der Kanal bis zum Foramen apicale ausgebildet ist.

Nachdem zuerst Ch. Tomes die Beobachtung gemacht hatte, daß die Zähne der Cingulaten, obwohl schmelzlos, doch während der Entwicklung ein Schmelzorgan besitzen, erkannte v. Brunn zunächst an den Zähnen der Ratte und anderen Säugetieren, später auch an jenen des Menschen, daß die ganze Zahnanlage, soweit Dentin sich entwickelt, von der Epithelscheide des Schmelzorganes vorgebildet wird. Diese Angaben wurden auch von Röse und Leche bestätigt.

Bei der Zahnbildung entsteht also zuerst die Krone, dann der Zahnhals und zum Schluß die Wurzel. Da, wie oben betont wurde, die Krone schon vorher das Zahnfleisch durchstößt, bevor die Wurzel- ihre vollständige Ausbildung erreicht hat, so besitzen junge Zähne eine weit geöffnete Wurzel, aus deren Oeffnung die noch mächtige Pulpa herausgezogen werden kann.

Weiteres über die Wachstumsverhältnisse des Zahnes ist im Kapitel des Zahndurchbruches enthalten.

Entwicklung der Pulpa.

In dem Maße, wie die Entwicklung des Zahnbeines fortschreitet, verlängert sich die Zahnpapille mehr und mehr, und bereits erst nach Vollendung der Krone beginnt die gänzliche Gestaltung der Wurzel. Die in der Gegend des Foramen apicale bestehende Gewebsentwicklung ist noch im embryonalen Zustande und hört erst nach erfolgter Bildung des Foramen auf. Während dieser Zeit ist die Entwicklung der Pulpa in ihrem Kronenteil definitiv vollendet, und die anfangs reich und fein verästelten Zellen haben sich zu Bindegewebszellen mit wenigen und verhältnismäßig dicken Fortsätzen umgestaltet und in der erst homogen erscheinenden Grundsubstanz ist ein Netz von feinen leimgebenden Fibrillen entstanden (v. Ebner). Gegen das Wurzelende hat die Pulpa aber noch den gleichen embryonalen Charakter und unter der noch weit geöffneten Wurzel eine Verdickung, die sich an das Zahnsäckchen anschmiegt, indem sie die Ränder der Wurzelöffnung umkrümmt. Man sieht die Zahnbeinbildung bis zur Wurzelöffnung und eine deutliche Odontoblastenschicht an der Oberfläche der Pulpa.

Die Pulpahöhle liegt vorwiegend im Halsteile des Zahnes und stellt die Form der Zahnkrone dar, sie kann aber auch dreieckig gestaltet sein. Bei den Molaren zeigt die Pulpa den Höckern der Kaufläche entsprechend Pulpahörner.

Verkalkung der Milchzähne.

Die in den vorhergehenden Kapiteln beschriebenen Entwicklungsprozesse treten bei den einzelnen Zahnsorten nicht gleichzeitig auf, sondern in derselben Reihenfolge, in welcher der Durchbruch der betreffenden Zähne von statten geht. Demgemäß verkalken bezw. ossifizieren zuerst die zentralen Schneidezähne und zuletzt der 2. Milchmolar. Die Verkalkung beginnt stets, wie schon wiederholt erwähnt, an den Zahnspitzen bezw. an der Kau- oder Schneidekante des Zahnes, und zwar so frühzeitig — nach Pierce mit der 17. Fötalwoche — daß schon im 8. Embryonalmonat sämtliche Milchzahnkronen Verkalkung zeigen und zur Zeit der Geburt die Kronen der Schneide- und Eckzähne fast vollständig ausgebildet sind und die Kronen der Milchmolaren bis auf ein Drittel derselben. Vom 8. bis zum 22. Monat nach der Geburt sind auch die Wurzeln ossifiziert und damit die Verkalkung der genannten Milchzahnreihe beendigt. Nach Toldt sind diese Verhältnisse wegen der Altersbestimmung der Embryonen von großer Wichtigkeit, insofern beispielsweise mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit gesagt werden kann, daß ein Embryo, dessen Eckzahn und 1. Milchmolar Zahnscherbchen, d. h. das Anfangsstadium der Verkalkung zeigen, in den 7. Monat eingetreten ist. Zur besseren

Uebersicht über die Verkalkung der Milchzähne und der permanenten Zähne, sowie über die Resorption des Milchgebisses sei die Tabelle von Amoëdo beigegeben.

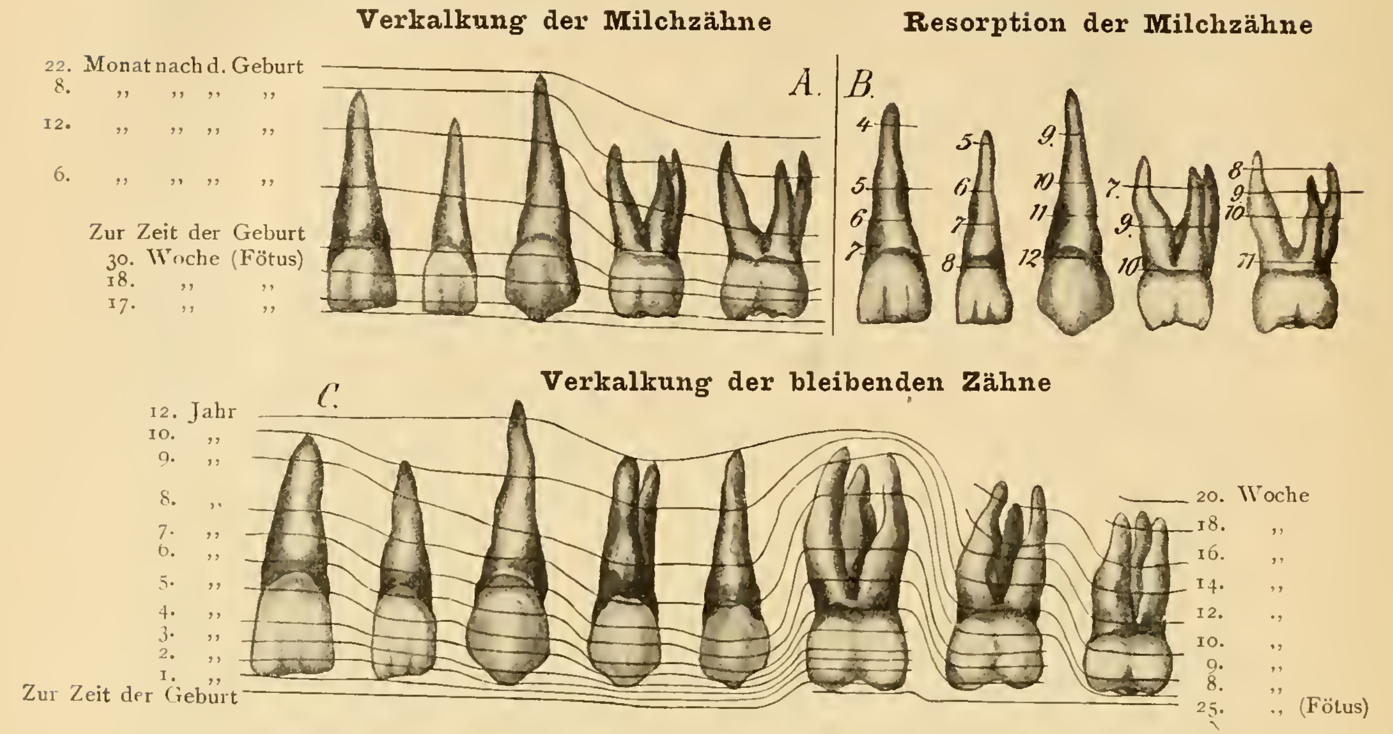


Fig. 33. **Graphische Darstellung der Verkalkung der Milchzähne und der permanenten Zähne** sowie der Resorption der Milchzähne bezw. die allmähliche Entkalkung der Wurzeln. Die Zahlen beziehen sich auf das den einzelnen Stadien entsprechende Lebensalter. Die angegebenen Zeiten sind als Mittelzahlen zu betrachten, die vielfachen Schwankungen unterworfen sind.

Entwicklung des permanenten Gebisses.

Die bleibenden Zähne machen die gleichen Entwicklungsstadien durch, wie die Zähne des Milchgebisses. Auch bei dem Keim des bleibenden Zahnes erscheinen die drei zahnbildenden Organe in derselben Reihenfolge der Milchzähne und erfahren die gleichen Umwandlungen wie letztere.

Nach Röse nehmen die Anlagen der Ersatzzähne neben denen der Milchzähne von der 17. Woche an gleichfalls von der Epithelleiste ihren Ursprung. Diese letztere ist nämlich von der Stelle an, wo sich die Schmelzorgane der Milchzähne von ihr abgelöst haben und nur durch einen Epithelstrang, den Hals, in Verbindung geblieben sind, noch weiter in die Tiefe gewachsen. An der Kante der Leiste treten auch hier wieder die kolbenförmigen Epithelwucherungen und Zahnpapillen auf, die einwärts von den Zahnsäckchen der Milchzähne gelegen sind. Außerdem entwickeln sich die Schmelzorgane der permanenten Molaren (die keine Vorgänger des Milchgebisses zu ersetzen haben) am rechten und linken Ende der beiden Epithelleisten, die sich immer mehr nach den Seiten hin ausdehnen. Der 1. Molar legt sich in der 17. Woche, der 2. im 6. Monat nach der Geburt an. Der 3. Molar (Weisheitszahn) entsteht durch Einstülpung einer Papille in das verdickte Leistenende (Röse) erst im 5. Lebensjahre. Die Epithelleiste, von welcher sämtliche Zähne des Milch- und bleibenden Gebisses ihren Ursprung genommen haben, wird von der 17. Woche an

durch Wucherungen des Bindegewebes, zunächst im Bereich der Schneidezähne, hie und da durchbrochen und allmählich in eine siebartig durchlöcherte Platte umgewandelt.

Bei der Entwicklung des permanenten Gebisses ist die Frage, woher das Schmelzorgan seinen Ursprung nimmt, Gegenstand von bedeutenden Diskussionen gewesen. Die frühere Ansicht ging dahin, daß bei den Zähnen des permanenten Gebisses, die als Ersatzzähne gelten, das Schmelzorgan in Form einer kleiner Sprosse aus dem Halse des Schmelzorganes des betreffenden Milchzahnes sich abzweigt und in der Regel lingualwärts vom Milchzahnkeim zu dem Schmelzorgan des permanenten Zahnes in der gleichen Weise sich ausbildet, wie bei den Milchzähnen die aus der Primitvfalte entspringende Sprosse. Nach dieser Ansicht würde die Entwicklung der permanenten Zähne von dem Vorhandensein des Milchzahnkeimes abhängen. Da die Molaren des permanenten Gebisses keine Ersatzzähne sind, d. h. keine Vorgänger im Milchgebisse haben, so entsteht der Schmelzkeim des 1. Molaren aus der Primitivfalte; während der Schmelzkeim des 2. Molaren aus demjenigen des ersten entspringt und der Weisheitszahn endlich aus dem Schmelzkeim des 2. Molaren. Nach Bafme, der diese Hypothese vollständig verwarf, steht der Schmelzkeim sämtlicher Zähne des permanenten Gebisses in keinem Zusammenhang mit dem der Milchzähne, sondern entwickelt sich vollständig unabhängig aus Resten der Primitivfalte. Darauf basieren auch die Untersuchungen Röses, die zu dem Resultat führten, daß auch die Molaren des permanenten Gebisses sich aus der Zahnleiste entwickeln.

Verkalkung der permanenten Zähne.

Die Ossifikation der zweiten Zahngeneration nimmt zur Zeit des Durchbruches der Milchschneidezähne oder etwas vor der Geburt (Hertwig) ihren Anfang, indem das Zahnscherbchen des 1. Molaren zur Ausbildung gelangt, welcher am frühesten von allen permanenten Zähnen durchbricht (vgl. Fig. 33). Zwischen dem 1. bis 2. Lebensjahre verknöchern die Kronen der Schneidezähne, worauf im 3. Jahre der Eckzahn folgt. Im 6. Lebensjahre sind daher gleichzeitig 48 verkalkte Zähne vorhanden: die 20 Zähne des Milchgebisses und 28 Zahnkronen des permanenten Gebisses, sowie die vier zelligen Anlagen der Weisheitszähne. Im 5. Jahre legen sich die Höcker für die 2. Molaren an, im 9. Monat diejenigen für die Weisheitszähne. Mit dem 9. Lebensjahre des Menschen ist der Verkalkungsprozeß — mit Ausnahme der Weisheitszähne — an sämtlichen permanenten Zahnkronen vollendet. Die Wurzeln sind aber noch nicht überall ossifiziert. Erst zwischen dem 12. bis 18. Jahre sind auch die Wurzeln des ganzen Gebisses verkalkt. Zur leicht verständlichen Uebersicht sei umstehend die Tabelle von Röse über die Entwicklung der Zähne des Menschen wiedergegeben.

Ueber das Zahnwachstum von der Geburt des Menschen bis zum 20. Lebensjahre gibt Zuckekandl eine sehr interessante Zusammenstellung, die gleichsam als Ergänzung der Röseschen Tabelle hier Platz finden möge:

Neugeborener. Einzelne Milchzahnkronen sind ihrer ganzen Länge nach, andere nur teilweise verknöchert. Die drei vorderen Ersatzzahnkeime — die der Schneidezähne und des Eckzahnes — zeigen noch

Alter	Milchzähne	Permanente Zähne
Embryo 30—40 Tage	Erste Anlage einer einfachen bogenförmigen Leiste, bestehend aus einer Wucherung noch nicht differenzierter Zellen im Kiefermesoderm.	
48 Tage	Die Leiste hat sich geteilt in Zahnleiste und Lippenfurchenleiste.	
9 Wochen	Die Zahnleiste ist wellenförmig.	
10 „	In die Erhöhungen stülpen sich seitlich 8 Papillen ein.	
$11^1/_2$ „	In jedem Kiefer 10 Papillen.	
14 „	Die Milchzähne sitzen wie Schwalbennester nach vorn an den Erhöhungen der Leiste. Die Zahnleiste geht als dünne Platte in das Kiefermesoderm hinter dem 2. Milchmolar weiter.	
17 „	Vorderzähne wenig, die Molaren mehr mit der Zahnleiste verbunden.	Einstülpung der Papille des 1. Molaren in die Zahnleiste.
20 „	Erste Spur von Zahnscherbchen bei den Schneidezähnen.	
24 „	Zahnscherbchen bei den Eckzähnen und den vorderen Höckern der Molaren.	Einstülpung der Papillen der Schneidezähne.
29 „	Zahnscherbchen auf allen Höckern der Molaren.	Einstülpung der Papillen der Prämolaren.
33 „	Zahnscherbchen sind zu gemeinsamer Krone verschmolzen.	Der 1. Molar hat noch kein Zahnscherbchen.
Neugeborener		Zahnscherbchen nur auf einem Kronenhöcker des 1. Molaren, bei den anderen permanenten Zähnen noch nicht vorhanden.
4 Monate	Wurzeln der Schneidezähne.	Auf dem 1. Molaren 4 Zahnscherbchen, 1—2,5 mm.
6 „	Wurzeln der Eckzähne.	Zahnscherbchen bei den Schneidezähnen. Einstülpung der Papille des 2. Molaren.
10 „	Durchbruch der Schneidezähne.	Einstülpung der Papille des 1. Prämolaren. Zahnscherbchen des 1. Molaren verschmolzen.
$1^1/_2$ Jahre	Durchbruch der Eckzähne und 1. Molaren.	Einstülpung der Papille des 2. Prämolaren.
2 „	Durchbruch des 2. Molaren.	Zahnscherbchen auf Prämolaren und 2. Molaren.
$3^1/_4$ „	Wurzeln der Milchzähne vollendet.	Kronen der Schneidezähne ausgebildet. Alle anderen Zähne haben Zahnscherbchen. Das Ende der Zahnleiste ist leicht verdickt; seitliche Einstülpung der Papille des Weisheitszahnes.

keine Ossifikationen, dagegen ist die Kaufläche des 1. permanenten Molaren, dessen Verkalkung im letzten Fötalmonate beginnt, schon mit einzelnen Scherbchen besetzt.

Kind, 3 Monate alt. An den Milchschneidezähnen ist ein Teil des Halses fertig gebildet. Die Ersatzzähne sind noch nicht verknöchert.

5—6 Monate. An den zentralen Schneidezähnen ist der Hals fertig. Am 1. Milchmolar wird der Ansatz zur Halsbildung bemerkbar. Von der Krone des 1. permanenten Molaren ist fast die Hälfte vorhanden. Von den Ersatzzähnen besitzen die zentralen Schneidezähne und der Eckzahn Zahnscherbchen.

7—9 Monate. An den Schneidezähnen hat sich der Hals bereits zur Wurzel verlängert. Am Eckzahn und am 2. Milchmolar sind die Kronen fertig gebildet, während der 1. Milchmolar schon ein Stück des Halses zeigt. Von den bleibenden Zähnen sind an den Schneidezähnen kleine Stücke der Kronen, an den Eckzähnen die Kronenspitzen, am 1. Molar die Hälfte der Krone verknöchert.

1 Jahr. Die Wurzel ist an den meisten Milchzähnen lang, am ersten Backzahn wird die Wurzel eben sichtbar, während am zweiten sich erst der Zahnhals bildet. An den bereits verkalkten bleibenden Zähnen sind die Kronen noch unvollständig.

$1^1/_2$ Jahr. Die Milchzahnwurzeln sind länger geworden, und selbst am 2. Milchmolar ist die Wurzel fast so lang wie die Krone. Sobald der Halsteil der Wurzel eine bestimmte Länge erreicht hat, machen sich durch Faltungen an demselben die Abgliederungen der Wurzeln bemerkbar. Von den permanenten Zähnen hat die Krone des 1. Molaren ihre volle Höhe erreicht, und es zeigen sich die Zahnsäckchen bei den Prämolaren und des 2. Molaren.

2 Jahre. Sämtliche Milchzähne sind durchgebrochen.

$2^1/_2$ Jahre. An den Milchzähnen, mit Ausnahme des 2. Milchmolar, übertrifft die Länge der Wurzel die Höhe der Krone. Die Wurzeln der lateralen Schneidezähne sind fertig gebildet und am 1. Milchmolar fehlt zur Vollendung der Wurzelspitzen nicht mehr viel. Am 2. Milchmolar entspricht die Kronenhöhe der Wurzellänge. Am 1. Prämolar zeigt sich ein Zahnscherbchen.

3 Jahre. Die Wurzeln sämtlicher Schneidezähne und des ersten Mahlzahnes sind fertig gebildet. Am 2. Prämolar des permanenten Gebisses tritt ein Zahnscherbchen auf.

3—4 Jahre. An den permanenten Schneidezähnen und dem 1. Molar ist der Ansatz zur Halsbildung sichtbar, während vom Eckzahn die ganze, vom 2. Molar kaum die halbe Krone ossifiziert ist.

4 Jahre. Die Wurzel des Milcheckzahnes ist ihrer ganzen Länge nach entwickelt. Bei den bleibenden Zähnen ist der Hals des 1. Molaren fast fertig gebildet.

5 Jahre. Die Wurzel des 2. Milchmolaren ist beinahe ausgebildet. Am 1. bleibenden Molar beginnt die Wurzelbildung. In einzelnen Fällen tritt auch schon das Säckchen des Weisheitszahnes auf.

6 Jahre. Sämtliche Milchzähne sind fertig gebildet und es machen sich an den Wurzeln der Schneidezähne bereits Resorptionserscheinungen bemerkbar. Die Wurzeln der permanenten Schneidezähne sind bedeutend länger geworden; an den Eckzähnen beginnt sich der Hals zu bilden. Die Krone des 1. Prämolaren ist ihrer ganzen Höhe nach verknöchert.

7—8 Jahre. Die Milchschneidezähne sind im Wechsel begriffen. Sämtliche permanenten Zähne — mit Ausnahme der noch nicht verkalkten Weisheitszahnes — besitzen fertig gebildete Kronen. Am Eckzahn hat sich der Hals gebildet und am 2. Molar setzt die Halsbildung eben ein.

8—10 Jahre. Ossifikation des 3. Molaren.

10 Jahre. Einzelne Schneidezähne zeigen ihrer ganzen Länge nach ausgebildete Wurzeln.

12 Jahre. Mit Ausnahme des 2. und 3. Molaren sind an sämtlichen permanenten Zähnen die Wurzeln fertig gebildet.

13 Jahre. Die Wurzeln des 2. und 3. Molaren sind noch immer nicht fertig gebildet.

14 Jahre. Am 2. Molar sind die Wurzeln ausgebildet.

18—19 Jahre. Die Krone des Weisheitszahnes steht im Niveau der übrigen Zähne, die Wurzeln des Weisheitszahnes sind noch quer abgestutzt und weit geöffnet.

Die bleibenden Molaren und die Milchmolaren besitzen anfänglich je zwei Wurzeln, eine proximale und eine distale. An den unteren Molaren bleibt es bei dieser Bildung, an den oberen spaltet sich von der distalen Wurzel die Gaumenwurzel ab. Nur ausnahmsweise geht letztere aus der Proximalwurzel hervor.

Was das Wurzelwachstum betrifft, so erreichen unter den *Milchzähnen* die Schneidezähne ihre volle Wurzellänge zwischen dem 2. und 3. Lebensjahre, die Eckzähne im 4. Jahre; die 1. Molaren zwischen 3. bis 4. Jahre, die 2. Molaren zwischen 5. bis 6. Jahre. Unter den *permanenten Zähnen* besitzen die Schneidezähne im 10. Jahre, die Eckzähne, Prämolaren und 1. Molaren im 12. Jahre, die 2. Molaren zwischen dem 14.—17. Jahr und die Weisheitszähne erst nach dem 19. Jahre die volle Wurzellänge.

Die Dentition nimmt demnach einen großen Zeitraum in Anspruch und überdauert in vielen Fällen sogar das Wachstum der übrigen Organe.

Die Zahnentwicklung hat bei den niederen Vertebraten nichts mit derjenigen der Säugetiere gemein, nur in der Dentition bezw. dem Erscheinen der Zähne liegt zwischen diesen Tierklassen und den Menschen ein großer Unterschied.

Entwicklung der Zähne bei den niederen Vertebraten.

Während die Zahnentwicklung beim Menschen und den Säugetieren in einer ziemlich komplizierten Weise sich vollzieht, gestaltet sich dieser physiologische Vorgang bei den niederen Vertebraten bedeutend einfacher.

Das Prinzip von der Entwicklung sämtlicher Zähne aus der Zahnleiste oder Epithelscheide als Formgeber der aus dem Mesoderm stammenden Dentinkeime findet sich bei allen Vertebraten durchgeführt und Röse hat in seinen zahlreichen Arbeiten über die Entwicklungsgeschichte der Zähne bei den Wirbeltieren darauf hingewiesen, daß das Vorhandensein einer Zahnleiste oder Epithelscheide in allen Fällen die Matrix für den entgegenwachsenden Dentinkeim abgibt und ohne welche eine Zahnbildung niemals denkbar ist.

Die Zähne, welche bei den Säugern auf den Kieferrändern befestigt, den Eingang zur Mundhöhle begrenzen, kommen bei den an-

deren Vertebraten, besonders bei den Fischen, wie schon erwähnt, auf allen anderen Teilen der Mundhöhle vor und sind selbst am Eingang des Rachens als Pharyngealzähne bei einigen Tiergattungen vorhanden. Bei anderen Tieren, wie den Selachiern, verbreiten sie sich, dicht aneinander gereiht, über die ganze Hautfläche und erzeugen einen kräftigen und zugleich biegsamen Panzer. Diese Plakoidschuppen entwickeln sich genau wie die Zähne des Mundes infolge von Umwachsung eines Bindegewebszapfens durch eine glockenförmige Epithelscheide. Bei verschiedenen Fischen, Ganoiden und Urodelen ist ebenfalls die Zahnleiste als Ausgangspunkt der Zahnentwicklung nachgewiesen, jedoch geht hier noch eine erste Zahnbildung voraus, die sich als einfache Papillenbildung im Bereiche der Kieferschleimhaut darstellt. Röse bezeichnet diese Dentition als Plakoidstadium, das ganz besonders bei den Krokodilen vorkommt. Wie die Plakoidschuppen der Selachier, stellen auch die ersten Zahnanlagen der Fische und Amphibien frei über die Schleimhautoberfläche hervorragende Papillen dar. Alle Zähne sind, wie erwähnt, ursprünglich nichts anderes als verknöcherte Papillen der Haut und der Schleimhaut, auf deren freien Oberfläche sie gebildet werden (Hertwig).

Aber auch bei den Zahnanlagen der niederen Vertebraten hat Röse eine über das Niveau der übrigen Schleimhaut hervorragende Epithelverdickung nachgewiesen, die er als primäre Zahnleiste bezeichnet hat, zum Unterschied von der in das Mesoderm hineinragenden eigentlichen sekundären Zahnleiste. Also auch hier, bei der Anlage der frei über die Oberfläche ragenden Zahnpapillen ist das Epithel das formbildende Element. Das plakoide Stadium der Zahnbildung ist bei den Selachieren verloren gegangen. Nach Röse kommt es aber außer bei den Krokodilen und bei Proteus auch beim Menschen vor. Zahnleistenzähne sind von Röse auch bei Knochenfischen nachgewiesen, bei welchen die Zähne unter Epithelzapfen oder Stücken der Epithelscheide entspringen. Die Urodelen haben eine Kiefer- und Gaumenzahnleiste und die Schlangen zeigen eine gesonderte Zahnleiste für die Anlage der Gaumenzähne und Giftzähne. Bei der höheren Vertebratenklasse, den Reptilien und den Säugern ist nur noch eine Zahnleiste vorhanden. Nach Hertwig ist der Bildungsprozeß der Zähne auf der Zahnreihe ganz derselbe wie auf der freien Hautoberfläche. An ihrer dem Kieferknorpel zugewandten äußeren Seite entwickeln sich zahlreiche neben- und hintereinander gelegene Papillen, die, wie die Hautpapillen in die Epidermis, so in das eingestülpte Epithel hineinwachsen. Dadurch entstehen in der Tiefe der Schleimhaut mehrere Zahnreihen, von denen die vordersten in der Entwicklung vor den tiefer gelegenen vorauseilen, zuerst aus der Schleimhaut hervorbrechen, um in Funktion zu treten; nach erfolgter Abnutzung werden sie abgestoßen und durch die hinter ihnen gelegenen, etwas später entwickelten und daher jüngeren Ersatzzähne verdrängt.

Ueber die Plakoidschuppen der Selachier sagt Hertwig, daß sich alle Fischschuppen auf diese Hautgebilde als Ausgangsform zurückführen lassen. Diese Plakoidschuppen stellen rhombische Knochenplättchen dar, welche mosaikartig dicht aneinandergefügt sind, ohne daß sie sich dabei decken; sie tragen im Zentrum einen spitzen Höcker, den Hautzahn, so genannt, weil er in Bau und Entwicklungsweise mit echten Zähnen der Mundhöhle übereinstimmt. Wie diese, besitzt er

in seinem Innern eine von gefäßreichem Gewebe erfüllte Pulpahöhle, die von einer Schicht Dentin umgeben ist und der eine als Schmelz zu deutende Schicht nach außen hin folgt. Man bezeichnet diese homogene Substanz auch als Vitrodentin. Hautzähne und echte Zähne sind dieselben Gebilde, welche infolge verschiedener Lagerung und der dadurch bedingten Verschiedenartigkeit der Funktion eine verschiedene Entwicklung genommen haben.

Die Fische haben noch andere Arten von Schuppen, die mehr oder weniger an Zahngebilde erinnern, das sind die Ganoidschuppen, die Cykloid- und Ctenoidschuppen.

Die Ganoidschuppen oder Schmelzschuppen sind rautenförmige oder rundliche, knöcherne Schuppen, die an ihrer Oberfläche mit einer Ganoinschmelzlage überzogen sind; sie sind parkettartig angeordnet und die einzelnen Schuppen decken sich analog den Cykloidschuppen dachziegelartig. In der Jugend können diese Schuppen noch Hautzähnchen tragen, welche beim ausgewachsenen Tiere verloren gehen. Der Schmelzüberzug ist möglicherweise Vitrodentin und verleiht der Oberfläche, auch bei fossilen Fischen, deutlichen Perlmutterglanz, welch letzterer das typische Merkmal der Ganoidschuppen darstellt.

Die Cykloid- oder Rundschuppen sind kreisförmig und glattrandig, liegen locker in den Schuppentaschen, aus denen sie sich leicht herausziehen lassen, und sind dachziegelartig angeordnet.

Die Ctenoid- oder Kammschuppen sind den Cykloidschuppen nahe verwandt; am freien Rande haben sie stachlige oder dornartige Spitzen, die wie die Kammzähne aussehen. Beide Formen sind hornig, biegsam, mit konzentrischen Ringen, namentlich in der oberflächlichen, stärker verkalkten Lage der Schuppe (der Dentinschicht).

Bei Panzerwelsen kommen auch zahnartige Gebilde in der Haut vor.

Zahnentwicklung bei den Fischen.

Obgleich in der Entwicklung der Fischzähne mehrere kleine Unterschiede vorhanden sind, die von den verschiedenen Stellen herrühren, an welchen Zähne bei dieser Klasse sich entwickeln, so herrscht doch eine bedeutende Gleichmäßigkeit bei den meisten Familien. Jedenfalls ist die Behauptung, daß bei der Entwicklung der Fischzähne sich Beispiele von Uebergangsstadien finden, durchaus nicht richtig.

Bei den **Cyklostomen**, eine Ordnung, welche hauptsächlich durch die Gattung Petromyzon und die parasitisch lebenden Myxine repräsentiert wird, liegen die konischen Zähne auf flachen Eindrücken in der Epidermis, wie dies schon bei den Hornzähnen beschrieben wurde. Diese Hornzähne stehen auf winzigen Hautpapillen und gehen aus den hornbildenden Furchen hervor, welche die Basis der Papille ringsum begrenzen. Die konkave Saugscheibe im Munde von Petromyzon (Fig. 44) ist mit konzentrisch angeordneten, konischen, hornigen Zähnen bedeckt. Auch Zunge und Gaumen besitzen hornige Platten. Während bei Petromyzon fluviatilis die Hornzähne nur an der Basis der Papille als ein Kegel entstehen, sind bei P. marinus mehrere übereinanderliegende Kegel vorhanden. Jede dieser Kegelschichten entsteht nach Tomes aus einer besonderen epidermalen

hornbildenden Grube, welche im weiteren Verlaufe beständig Horn bildet, so daß die unteren Kegel durchaus keine Reservezähne darstellen; sobald ein Kegel an der Spitze abgenützt ist, bildet sich unterhalb neue Hornsubstanz und treibt denselben nach oben. Hierin liegt durchaus keine Analogie mit den Zahnverhältnissen der höheren Vertebraten. Beim jungen Petromyzon glaubt man bei oberflächlicher Betrachtung wirkliche Zahnsäckchen zu sehen; aber es findet keine Odontoblastenbildung seitens der Zahnpapille statt und das dem Schmelzorgan entsprechende Epithel produziert nur Hornsubstanz. Tomes bemerkt hierzu, daß dies nur für die Randzähne gilt, während die gegen das Zentrum der Saugscheibe sitzenden Zähne einfach aus den Basalschichten des Epithels hervorgehen, ohne daß irgendwie ein Zahnsäckchen bei der Entwicklung tätig ist.

Bei den Myxinen, die man im Inneren der großen Fische als Parasiten antrifft, liegen eigentümliche Strukturverhältnisse der Zähne vor. Die Schneidefläche des großen, scharfspitzigen Mittelzahnes und die zwei hechelförmigen kleineren Zähne auf der Zunge zeigen in Struktur und Entwicklung große Aehnlichkeit mit Petromyzon. Beard beschreibt diese letzteren bei der Gattung Bdellostoma als dicke, feste Zahngebilde, welche aus einer Hornkappe bestehen und sich durch hellgelbe Färbung auszeichnen. Unter der Hornschicht folgt eine Epithelschicht, hierauf eine harte, verkalkte, dentinähnliche Substanz, welche letztere von einer Odontoblastenschicht herzurühren scheint. Howes und Warren bezweifeln diese Vermutung. Die Hornkappe paßt in die Basis einer Epithelgrube hinein, durch deren Zellen die Kappe länger wird und Horn ansetzt, während durch eine ähnliche Umwandlung der unterhalb befindlichen Epithelschicht die Kappe an Umfang zunimmt. Der harte Kegel, welcher gleichsam den Körper des darunter liegenden Zahnes bildet, ist nach Beard wahrscheinlich eine Strukturanomalie, da er mit keiner vorkommenden Dentinart übereinstimmt; dennoch hält dieser Autor den Kegel für das Produkt einer Odontoblastenschicht der Pulpa, welch letztere in der Basis des Dentinkegels wie gewöhnlich zurückbleibt.

Die Ordnung der **Selachier** umfaßt die Haie, Rochen und teilweise auch die Ganoiden. Diese Knorpelfische haben eine von den anderen verschiedene Entwicklung ihrer Zähne, insofern die an den Kieferrändern gelegenen, welche zur Nahrungszerkleinerung dienen, nicht auf der freien Fläche der Schleimhaut, sondern mehr in der Tiefe ihren Ursprung nehmen, und zwar analog der Zahnentwicklung der Säugetiere und des Menschen von einer Zahnleiste aus. Dieser wichtige Unterschied in der Entwicklung wird dadurch bedingt, daß bei der Bildung der Kieferzähne starke Wucherungsprozesse auftreten, teils weil die Kieferzähne bedeutend größer als die Hautzähne sind, teils weil sie schneller der Abnutzung unterliegen und daher auch schneller durch Ersatzzähne erneuert werden müssen.

Die Entwicklung der Selachierzähne erfolgt von einem zusammengesetzten Schmelzorgan. Von diesem werden die aufeinander folgenden Reihen tief unten an der inneren Oberfläche des Unterkiefers gebildet; die noch nicht völlig verkalkten Zähne werden anfänglich durch eine Aufwärtswulstung der Schleimhaut, eine nach Tomes benannte Deck- oder Schutzfalte (*thecal fold*) bedeckt und während ihrer Verkalkung geschützt. Obgleich man diese Deckfalte eine nach auf-

wärts zurückgebogene nennen könnte, so ist sie doch nicht, wie Owen vermutete, ein freier Schleimhautlappen, der von der gegenüberliegenden Fläche, auf welcher sich die Zähne entwickeln, abgelöst ist. Es ist keine offene Rinne oder Tasche, die sich rings um den Kiefer zieht, und das Epithel erstreckt sich nicht auf der einen Seite in diese Tasche hinein, um vom Grunde derselben auf der anderen Seite wieder als bestimmte Schicht heraufzukommen. Es handelt sich hier im Gegenteil um jene nach innen wachsende Epithelleiste, die sogenannte Zahnleiste. Obgleich sich diese Falte leicht von den von ihr bedeckten Zahnkeimen abreißen läßt, ist sie doch für gewöhnlich mit denselben verbunden.

Die frisch entwickelten Zähne liegen anfänglich mit ihren Spitzen lingualwärts gerichtet und werden durch die Schleimhaut, in welcher sie eingebettet sind, und mit welcher sie durch fibröse Bänder fest verbunden sind, in aufrechte Stellung gebracht, was mitunter, wie bei den Lamniden, nicht plötzlich, sondern allmählich erfolgt, indem jede einzelne Reihe sich besonders aufrichtet. Oft bleiben auch die Reihen aufeinander gelagert, bis sie durch eine einzige Bewegung der Schleimhaut aufwärts gedrückt werden, wie bei Carcharias lincas. Nach Röse entsteht die erste Reihe durch Verkalkung von vorspringenden Schleimhautpapillen (Plakoidtypus), die Zähne der zweiten Reihe teils auf Grundlage von Zahnpapillen, teils an einer in die Schleimhaut versenkten Zahnleiste und die nachfolgenden Reihen ausschließlich von der Zahnleiste.

Tomes betont, daß die Verhältnisse bei den Selachiern für die Bestimmung der Homologien der verschiedenen Teile des Zahnkeimes und des entwickelten Zahnes außerordentlich günstig sind. An der Basis des Kiefers, wo die jüngsten Zahnkeime liegen, geht das Gewebe, aus welchem die Zahnpapillen entstehen, unmerklich einerseits in das Gewebe über, welches die Thekalfalte bildet, anderenteils dient es zur Befestigung des Zahnes. In keiner Periode der Zahnentwicklung findet sich eine scharfe Grenzlinie zwischen der Basis der Zahnpapille und dem sie umschließenden Gewebe, von welchem sie emporwächst, wie dies bei den Zahnkeimen der Säugetiere und der Reptilien der Fall sein würde. Die Zahnbeinkeime und deshalb auch das Zahnbein selbst gehen zweifellos aus dem Bindegewebe der Schleimhaut hervor, die dicht unter dem Epithel liegt, und zwar sind die Schmelzorgane einfach das modifizierte Epithel derselben Schleimhaut.

Bei den Selachiern zeigt die Mundschleimhaut Schuppen oder Stacheln, die eine den Zähnen ähnliche Struktur besitzen; diese Zahngebilde sind auf bestimmte Bezirke beschränkt, die sich hinunter bis zum Pharynx erstrecken. Bei den Ganoiden und bei den Knochenfischen sind die gleichen Bezirke mit deutlichen Zähnen besetzt, und Hertwig hat nachgewiesen, daß die Hautzähne sich in gleicher Weise wie die wirklichen Zähne entwickeln, nur daß die Keime nicht so scharf spezialisiert sind.

Die **Knochenfische** zeigen gegenüber den Selachiern in ihrer Zahnentwicklung verschiedene Abweichungen. Während bei den Selachiern und anderen Fischklassen jeder Zahnkeim, soweit das Schmelzorgan in Betracht kommt, von einer gemeinsamen Zahnleiste entsteht, entwickelt sich bei den Knochenfischen jeder Schmelzkeim unabhängig und gewissermaßen de novo (Tomes). Jedenfalls hat dieser Autor, soweit seine eigenen Untersuchungen reichen, durchaus

keinen klar ersichtlichen Zusammenhang zwischen Zahnkeimen von Zähnen verschiedenen Alters konstatieren können. Demgegenüber behauptet HEINCKE, daß beim Hecht neue Schmelzorgane von älteren abstammen können. Diese augenscheinlich selbständige Entwicklung einer unbestimmten Anzahl von Zähnen, die in keiner Beziehung zu ihren Vorgängern stehen, kommt nur bei den Knochenfischen vor. Wahrscheinlich, meint TOMES, lösen sich hier die Zahnkeime so frühzeitig los, daß es nicht möglich ist, ihre Entstehung von einer gemeinschaftlichen Zahnleiste zu erkennen. Das Mundepithel, dessen Dicke und andere Charaktere bei den verschiedenen Fischen mehr oder weniger differieren, schickt zur Bildung des Schmelzorganes einen Fortsatz nach innen, während eine Zahnpapille von unten heraufwächst, wodurch dasselbe gleichsam mit einer Kappe überzogen wird. Die weitere Entwicklung hängt von dem Charakter des betreffenden Zahnes ab. Soll kein Schmelz oder nur eine rudimentäre Schmelzdecke gebildet werden, dann bleiben wie bei den Skomberiden die Zellen des Schmelzorganes klein und unscheinbar; ist jedoch an dem entwickelten Zahne eine teilweise Schmelzbekleidung vorhanden, wie z. B. an den Schmelzspitzchen des Aales, dann gestaltet sich die spätere Entwicklung des Schmelzorganes höchst eigentümlich. Gegenüber der Spitze der Dentinpapille, da wo später die Schmelzkappe sich bildet, erreichen nach TOMES die Zellen des Schmelzorganes eine beträchtliche Größe; unterhalb der Zellen hört jedoch das Schmelzorgan noch nicht auf, sondern setzt sich in einem rudimentären Zustande fort. Obgleich also das Schmelzorgan die ganze Länge der Dentinpapille einhüllt, so erreichen doch nur diejenigen Schmelzzellen eine ansehnliche Größe, welche an der Stelle liegen, wo später der Schmelz entsteht.

Trotz der verschiedenen kleinen Unterschiede in der Entwicklung der Fischzähne, die darin begründet sind, daß sich bei dieser Tierklasse, die Zähne an allen Stellen der Mundhöhle entwickeln, ist immerhin überall eine gewisse Gleichmäßigkeit vorhanden.

Ueber die Zahnentwicklung bei den Ganoiden ist nichts bekannt.

Zahnentwicklung bei den Amphibien.

Bei den Amphibien sowohl wie in der nächsthöheren Klasse der Reptilien ist die Bezahnung nicht mehr so zahlreich und auch nicht auf alle Teile des Mundes verteilt, wie bei den Fischen, und der von Zähnen starrende Schädel der letzteren steht damit in ungeheurem Kontrast zu diesen beiden höheren Vertebratenklassen. Gewöhnlich haben die Batrachier eine konzentrisch angeordnete Doppelreihe von Zähnen im Oberkiefer und eine einzelne Reihe im Unterkiefer, welche bei geschlossenem Munde die Zähne des Oberkiefers berührt. Fast bei allen Batrachiern werden die Zähne, wie bei den Reptilien in endloser Reihenfolge ersetzt.

Die Zähne der Amphibien entstehen von einer gemeinsamen Zahnleiste. Die Kröten (Pipa) sind zahnlos und die Frösche haben in der Regel nur im Oberkiefer Zähne. Die Aufeinanderfolge der Zähne geschieht in vertikaler Richtung, indem die neuen über den alten Zähnen gebildet werden und durch Resorptionsprozesse zwischen ihre Vorgänger mitten hindurch gelangen.

Dem äußeren Ansehen nach zeigen die Zahnkeime der Amphibien wie auch der Reptilien wenig bemerkenswerte Unterschiede von denen der Fische und Säuger. Das Schmelzorgan stammt von der Zahnleiste und das Dentinorgan von dem unterhalb gelegenen Schleimgewebe. Trotzdem sind einige Punkte in bezug auf das gegenseitige Verhältnis der aufeinanderfolgenden Zähne und derjenigen Zähne, die sich bereits in der ursprünglichen Stellung befinden, erwähnenswert. Nach Tomes befindet sich auf der inneren Seite des Kiefers ein Bezirk, der nur für die in der Bildung begriffenen Zähne bestimmt zu sein scheint und der als Zahnentwicklungszone (*area of tooth development*) bezeichnet wird. Eine ähnliche Zone ist auch bei der Entwicklung der Zähne der Selachier vorhanden. Diese Zone wird von nichts anderem ausgefüllt, als auf der einen Seite durch den Knochen und die Zähne, auf der anderen Seite durch einen mehr oder weniger scharfen Rand fibrösen Bindegewebes. Indem die Zahnsäckchen größer werden, wandern sie allmählich zum Kieferrand, während gleichzeitig sich neue Zähne hinter ihnen entwickeln. Dieses Hineinwachsen des Epithels bezw. einer Zahnleiste, wie man es z. B. sehr schön bei Triton sehen kann, ist augenscheinlich der erste Schritt in der Zahnentwicklung, aber dieser Vorgang steht in enger Beziehung zu den Ueberresten eines älteren Schmelzorganes; diese Schmelzleiste erstreckt sich darüber hinaus und in die jüngste Dentinpapille hinein, und jedes neue Schmelzorgan entsteht von der Seite derselben. Neue Schmelzorgane bilden sich daher nicht direkt vom Epithel der Oberfläche, sondern sie entstehen am untersten Ende der Zahnleiste (Tomes). Bei Triton verbreiten sich die sich entwickelnden Zähne eine beträchtliche Strecke gegen den Gaumen zu, wo sie zu ihrer weiteren Entwicklung viel Platz zur Ausdehnung haben. Man kann deshalb auf einem Schnitte das gegenseitige Verhältnis der Schmelzorgane von mehreren hintereinander stehenden Zähnen verschiedenen Alters erkennen. Das Zahnsäckchen eines Molches ist in der Tat die einfachste Form, insofern dasselbe sich nur aus einem Schmelzorgan und einem Zahnbeinkeim ohne besondere Umhüllung zusammensetzt. Der Keim besteht gänzlich aus Zellen und zerfällt auch nur in solche, wenn er beim Druck zerreißt. Die großen Zellen des Schmelzorganes sind denen der Zähne des Aales sehr ähnlich und zeigen, wie diese, eine Schmelzspitze; letztere ist aber bei Triton geteilt.

Der Frosch zeigt in dem Zusammenbiß seiner Kiefer insofern eine Eigentümlichkeit, als der meist zahn- und lippenlose Unterkiefer hinter die innere Seite des Oberkiefers und der betreffenden Zähne eingreift, so daß die Entwicklungszone äußerst beschränkt bleibt. Tomes konnte deshalb bei seinen Untersuchungen sich davon auch nicht überzeugen, ob die neuen Zahnkeime oder besser deren Schmelzorgane aus der primitiven Zahnleiste entstehen oder sich von neuem bilden. Der Analogie nach würde das erstere, aber dem Aussehen nach nur das letztere der Fall sein. Die Zähne des Frosches sind durch Ankylose derart im Knochen befestigt, daß jeder einzelne auf einer kleinen Knochenerhabenheit steht, die für diesen bestimmten Zweck gebildet wird. Die Ersatzzähne, deren Keime ursprünglich an den inneren Seiten der alten Zähne lagen, unterminieren gewöhnlich die Knochenerhöhungen und steigen unter denselben in die Höhe, so daß der neue Zahn seine Entwicklung in der Pulpahöhle des Vorgängers vollendet.

Auch bei den Urodelen bilden sich nach Röse die ersten Zähnchen als freie Papillen auf der Oberfläche des Epithels und nicht bereits in der Schleimhaut, wie Hertwig behauptet. Es findet sich prinzipiell genau derselbe Entwicklungsmodus, wie Hertwig bei den Selachiern festgestellt hat. Auf Grund seiner Untersuchungen hat letzterer bekanntlich konstatiert, daß auch die Zähne der niedrigeren Vertebraten durchweg aus den drei typischen Zahngeweben der Säugetiere (Schmelz, Zahnbein, Zement) bestehen. Nur ist dort das Zement in Form von Zahnsockeln und Basalplatten in innigem Zusammenhange mit der Bildung der zahntragenden Knochen und hat Hertwig die Hypothese aufgestellt, daß die Belegknochen der Mundhöhle ursprünglich bei allen Tieren durch Verschmelzung von Zementbildungen der Zähne entstanden seien. Bei den Urodelen wurde dieses korrekt nachgewiesen, allein bereits bei den Batrachiern, noch mehr aber bei den Amnioten, zu welchen ja auch die Reptilien gehören, verwischt sich dieses ursprüngliche Verhalten und Hertwigs Hypothese entbehrt einer sicheren Grundlage, solange es nicht möglich ist, auch bei höheren Vertebraten einmal einen ähnlichen Modus der Zahnentwicklung zu finden, wie ein solcher bei den Selachiern und Urodelen vorkommt. Nach Röses Untersuchungen wäre nun in der Zahnentwicklung der Krokodile die lange gesuchte Mittelstufe zwischen den Urodelen einerseits und den höchstentwickelten Reptilien andererseits zu finden.

Zahnentwicklung bei den Reptilien.

Die Reptilien wurden früher wegen der großen Aehnlichkeit der Körpergestalt systematisch mit den Amphibien vereinigt, zu welchen sie tatsächlich in der Art ihrer Erscheinungsweise eine vollkommene Parallelgruppe bilden. Dennoch unterscheiden sich diese Tiere nach Hertwig durch zwei bedeutungsvolle Charaktere: einmal gehören die Reptilien schon zu den Amnioten, während die Amphibien ebenso wie die Fische Anamnien sind, und dann verhalten sich auch viele von ihnen, wenn sie auch im Wasser leben, in ihrem ganzen Bau, im gänzlichen Mangel der Kiemenatmung, in der Beschaffenheit der Haut und des Skelettes, wie echte Landtiere.

Die echten Reptilien sind in mancher Beziehung, namentlich in der Verschiedenheit ihrer Bezahnung und ihrer Knochenbildung, eine interessante Tierklasse, nicht nur in den jetzt lebenden, sondern auch in ihren ausgestorbenen Formen. In der frühesten Zeit der Erde hatten die Reptilien schon Repräsentanten. Sie erschienen sogar im primären Zeitalter, obgleich selten und teilweise unter sehr unsicheren Verhältnissen. In großer Zahl dagegen treten die Reptilien in der Sekundärperiode auf, in der Trias- und Juraformation (Oolith), und ihre Zahl beträgt über 400 Species, darunter nicht nur ausgestorbene Arten, sondern auch Familien und ganze typische Reihen.

Die Bezahnung der Reptilien bietet manche Varietät, es kommt nicht selten vor, daß Hornplatten die Funktion von Zähnen übernehmen müssen, während das darunter liegende Gewebe mehr oder weniger zahnartig gestaltet ist. Diese Hornplatten stellen den epithelialen oder ektodermalen Teil der Zahnbildung dar, das unvollkommen verkalkte Schmelzorgan. Das unterhalb befindliche Knochengewebe entspricht der mesodermalen oder Dentinpartie. Durch eine

etwas vollkommenere Verkalkung des ersteren und eine bessere Spezialisierung der letzteren würde ein richtiger Zahn entstanden sein.

Die Zähne der Reptilien sind entweder an der Innenseite einer den Kieferrand bildenden Knochenleiste, in einer medianwärts offenen Rinne angewachsen: pleurodonter Typus, wie bei den Amphisbänen, Lacertiliern, Scinciden u. a., oder die Zähne sitzen am oberen freien Kieferrand: akrodonter Typus, wie bei den Sauriern, Chamaeleon, Schlangen u. a., oder endlich die Zähne sind, wie bei den Säugern, in Alveolen befestigt: thekodonter Typus, wie bei den Krokodiliern und zahlreichen fossilen Reptilien (vgl. Fig. 68). Außer dem Unterkiefer können auch noch die Knochen des Gaumenapparates, d. h. das Palatinum und das Pterygoid, bezahnt sein, wie bei Eidechsen, Schlangen u. a.

Bei den Krokodilen zeigt das Gebiß trotz der enormen Veränderungen, die das Gaumendach im Laufe der Zeit erfahren hat, die geringste Differenzierung innerhalb der stammesgeschichtlichen Entwicklung; es ist von den ältesten bekannten Vertretern der Krokodile an bis zu den jüngsten durchaus ähnlich geblieben. Die Zahnentwicklung findet nur in den Kiefern statt, und die Zähne sind formell denen der Sauropterygier ähnlich.

Röse, der sich um Erforschung der Reptilienbezahnung ganz besondere Verdienste erworben hat, glaubt, wie bereits erwähnt wurde, in der Zahnentwicklung der Krokodile die lange gesuchten Mittelstufen zwischen den Urodelen einerseits und den höchstentwickelten Reptilien andererseits gefunden zu haben. Aus seiner Schilderung der Entwicklung dieser Zähne seien in kurzem folgende Punkte hervorgehoben.

Die erste Anlage der Krokodilzähne zeigt sich in Form von freien, über die Oberfläche der Mundschleimhaut hervorragenden Papillen zu einer Zeit, wo noch keine Spur von Knochenbildung vorhanden und auch der Meckelsche Knorpel noch nicht deutlich ausgebildet ist. Zwischen je zwei benachbarten Zähnchen ist das Mundhöhlenepithel leistenartig verdickt und läßt schon eine Zahnleiste erkennen, welche sich jedoch frei auf der Oberfläche des Epithels erhebt und noch nicht in die Tiefe der Schleimhaut eingesunken ist. Während die Dentinlage der embryonalen Zähne allmählich dicker wird, entstehen an der Basis der Papille und weiterhin im Kiefer durch direkte Verknöcherung des Bindegewebes die ersten zarten Knochenbälkchen. Diejenigen an der Basis der Papille verschmelzen mit dem Dentinscherbchen, dessen Zementsockel sie nun bilden. Das ganze Zähnchen bis herab zum Zement wird von dem epithelialen Mantel der früheren Papille, der Hertwigschen Epithelscheide, umhüllt. An der Innenseite der primären freien Zahnleiste, von der schon früher die Rede war, ist eine Epithelwucherung entstanden, die leicht in das Mesoderm eingesunken erscheint. Es ist dies die sekundäre, die eigentliche Zahnleiste, die Hertwig als Ersatzleiste bezeichnet.

Diese Zahnleiste schwillt nun, wie bei der Zahnentwicklung des Menschen, an gewissen Stellen kolbig an und umwächst hier einen Bindegewebszapfen, die Zahnpapille, welche zur Dentin bildenden Zahnpulpa wird.

Die weitere Ausbildung der zweiten Zahnserie der Krokodile gestaltet sich nun im Gegensatze zur ersten Serie sehr ähnlich den

Entwicklungsverhältnissen bei den Zähnen der Säuger. Das Schmelzorgan der einzelnen Zähne differenziert sich in die typischen drei Schichten: äußeres Epithel, inneres Epithel und die dazwischenliegende intermediäre Schicht, die Schmelzpulpa.

Inzwischen haben sich die Zahnanlagen der zweiten Zahnreihe von der Zahnleiste mehr und mehr abgeschnürt, und die Verbindung zwischen beiden hat sich auf sogenannte Verbindungsbrücken zurückgebildet. Diese Brücken und die Zahnleiste werden nun siebartig durchlöchert bis gegen den äußersten freien Rand, welcher sich stellenweise verdickt und die Papillen der folgenden Dentition umwächst, wie dies bei den Säugern der Fall ist, nur mit dem Unterschiede, daß dieser Entwicklungsprozeß bei den Mammalien sich teils nur einmal wiederholt, teils, wie bei den Marsupialien und Edentaten, rudimentär bleibt. Bei den Krokodilen dagegen folgen viele Zahnreihen hintereinander, und zwar derart, daß die Zahnleiste zeitlebens funktionsfähig bleibt. Während die eine Zahnreihe sich abnützt, entwickeln sich nach innen an der Zahnleiste neue Zähne. Diese wachsen, wie bekannt, in die offene Pulpa ihres jeweiligen Vorgängers hinein, und bringen denselben zum völligen Absterben, so daß er dann durch Granulationen resorbiert wird und ausfällt.

Die Zähne der Krokodile unterscheiden sich von einspitzigen Säugetierzähnen lediglich dadurch, daß ihr Wurzelwachstum noch nicht vollendet ist, sondern auf einer niedrigeren Stufe mit noch weit offenem Foramen apicale stehen geblieben ist. Der wesentlichste Fortschritt gegenüber anderen Reptilien liegt bei den Krokodilen darin, daß durch Fortwachsen der Epithelscheide in die Tiefe des Kiefers ein Wurzelwachstum angeregt und die Verwachsung der Zähne mit dem Kieferknochen verhindert wird; das knöcherne Zement wird dann später dem Wurzeldentin aufgelagert, ganz ähnlich wie bei den Säugetieren.

Der große Fortschritt der Bezahnung der Krokodile gegenüber derjenigen anderer Reptilien besteht funktionell darin, daß nunmehr beim Zahnwechsel ein viel geringerer Stoffverbrauch stattfindet, indem nur der Zahn resorbiert und ausgestoßen wird und nicht auch der größte Teil des knöchernen Zahnsockels, wie bei den niedrigeren Vertebraten.

Was die erste embryonale Zahnserie der Krokodile betrifft, so treten diese Zähnchen niemals in Funktion und brechen auch nicht durch das Zahnfleisch, sondern werden noch während des Eilebens, bevor die Zähne der zweiten Reihe hervorkommen, resorbiert.

Die Behauptung Röses, daß der erste Zahnkeim bei den Krokodilen in Wirklichkeit eine aufrechtstehende Papille ist, wird von Leche bestritten, welcher niemals eine wirklich freie Papille gesehen hat; aber er beschreibt und bildet einen anfänglich kleinen rudimentären Zahn von *Iguana* ab, der fast der Epitheloberfläche aufsitzt, während die Zahnleiste seitlich immer tiefer einsinkt, bis schließlich die Ersatzzähne so tief als möglich auf der Oberfläche des Kieferknochens gebildet sind, in welch letzteren sie sich aber nicht einsenken (vgl. Fig. 36).

Bei den Eidechsen bilden sich die neuen Zahnkeime ziemlich weit von der Oberfläche entfernt, so daß der Hals des Schmelzorganes sich bedeutend verlängert; denn die Zahnbeinpapille liegt, wie beim Molche, fast in gleichem Niveau mit dem Dache der Zahnentwicklungszone. Die Zähne der Eidechsen haben eine vollständiger entwickelte Schmelzkappe, weshalb die Schmelzzellen auf der Seite des Dentin-

keimes viel weniger entwickelt sind als beim Molch. Außerdem bildet sich um die Keime noch eine Kapsel, die hauptsächlich durch Verdichtung des umliegenden Bindegewebes entsteht, welches jedoch durch das Wachstum der Keime allmählich verdrängt wird; die weitere Entwicklung des Zahnkeimes ist analog derjenigen der Säugetiere. Einige Arten, wie Hatteria und Chamaeleon, liefern nach Tomes auch keinen Beweis für die Bildung von Ersatzzähnen, obgleich Röse bei diesen akrodonten Eidechsen eine Zahnleiste auf der inneren Seite des wachsenden Zahnes konstatiert hat.

Die Zähne der Schlangen (vgl. Fig. 34, 35) bieten Eigentümlichkeiten, die für diese Ordnung charakteristisch sind. Schon die Art und Weise, wie diese Tiere ihre Nahrung verschlingen, scheint eine häufige Erneuerung ihrer Zähne notwendig zu machen. Wenn man auch über die mögliche Lebensdauer eines einzelnen Zahnes keinen bestimmten Maßstab anlegen kann, so scheint doch die große Zahl der Zähne, die sich fortdauernd entwickeln, und die alle dazu bestimmt scheinen, an der gleichen Stelle auf den Kiefern sich zu bilden, nur für eine kurze Benützungsdauer zu sprechen.

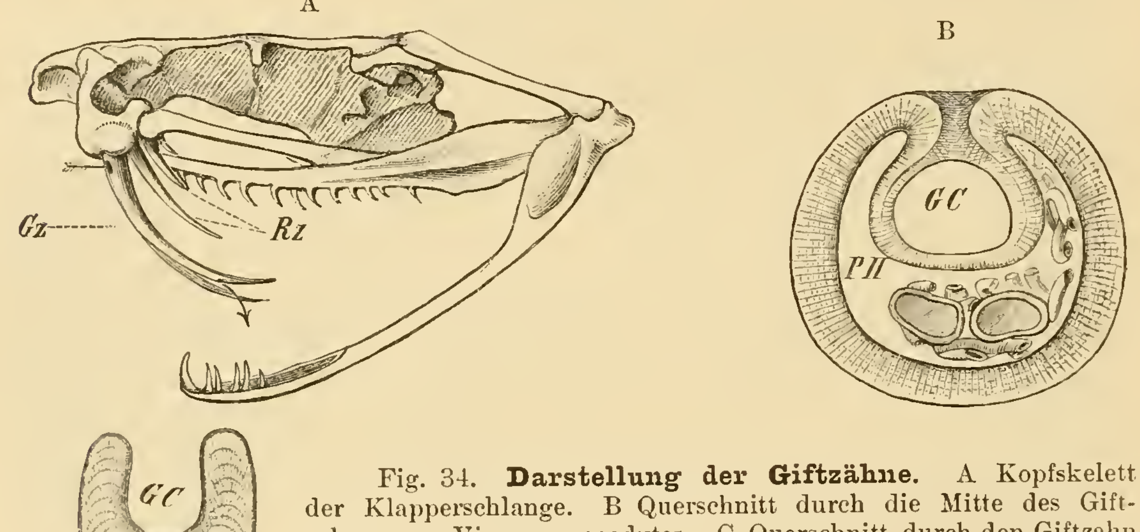


Fig. 34. **Darstellung der Giftzähne.** A Kopfskelett der Klapperschlange. B Querschnitt durch die Mitte des Giftzahnes von Vipera ammodytes. C Querschnitt durch den Giftzahn derselben Schlange nahe seinem vorderen Ende. *GC* Giftkanal, *Gz* Giftzahn, *PH* Pulpahöhle, *Rz* Reservezähne. A nach Wiedersheim, B und C nach Leydig.

Nach Tomes dringt der nach innen wachsende Fortsatz des Mundepithels in diese Hülle der Zahnsäckchen von oben aus ein, und kann man denselben verfolgen, da seine Verlängerungen sich an der Seite der Zahnsäckchen bis zur Tiefe der Entwicklungszone fortschlängeln. Hierbei kann man beobachten, daß der bekannte Vorgang der Bildung des Schmelzorganes und der Dentinpapille in keinem wesentlichen Punkte von dem der anderen Tiere abweicht. Es ist unverkennbar, daß jedes Schmelzorgan aus einem Teil des Schmelzorganes entsteht; die Dentinorgane bilden sich zugleich mit den Schmelzkeimen, aber augenscheinlich unabhängig voneinander.

Sobald die Zahnsäckchen beträchtliche Dimensionen erlangt haben, beginnt eine merkwürdige Veränderung an denselben; anstatt ihre vertikale Stellung beizubehalten, legen sie sich um, so daß der sich bildende Zahn mehr oder weniger parallel zur Längsachse des Kiefers liegt. Der Vorteil dieser Anordnung leuchtet ein. Würde der Zahn,

nachdem er eine bestimmte Länge erreicht hat, in senkrechter Richtung stehen bleiben, so würde bei weitgeöffnetem Munde die Spitze des Zahnes durch die Schleimhaut hindurchgestoßen werden, was aber, solange der Zahn fast parallel mit dem Kiefer liegt, nicht geschehen kann. Der Zahn nimmt nicht eher wieder seine aufrechte Stellung an, bis er in seine richtige Lage auf der Höhe der Kiefer getreten ist.

Wie schon erwähnt, ist bei den Schlangenzähnen ein wohlentwickeltes Schmelzorgan mit großen Schmelzzellen vorhanden; aus diesen bildet sich eine dünne Schmelzschicht, so daß der äußerste Teil dieser Zähne wahrscheinlich aus wirklichem Schmelz besteht und nicht, wie früher behauptet wurde, aus Zement (OWEN).

Bei den Giftschlangen ist eine wechselnde Anzahl von Zähnen des Oberkiefers in Giftzähne differenziert. Vipera berus und V. prester zeigen jederseits 10 in Querreihen angeordnete Giftzähne; die stärkeren stehen nach außen, während die schwächeren Reservezähne unterhalb liegen. Nur einer dieser Zähne ist mit dem Kiefer verwachsen, und besitzt außer einer Pulpahöhle noch einen von letzterer halbringförmig umschlossenen Giftkanal, dessen obere mit dem Giftdrüsenkanal kommunizierende Oeffnung an seiner Basis liegt, während seine Ausmündung nächst der Zahnspitze sich befindet. Das Zahnbein stellt gewissermaßen ein Doppelrohr vor, welches unterhalb der Spitze und am unteren Ende in eine Hohlrinne ausläuft.

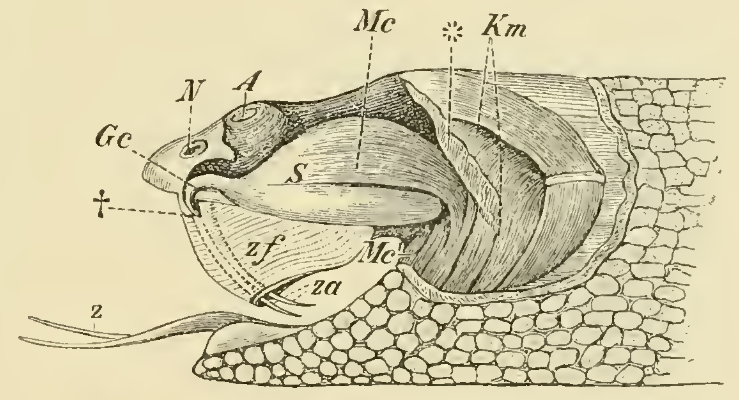


Fig. 35. **Giftapparat der Klapperschlange.** *A* Auge, nach vorn und oben luxiert, *Gc* der aus der Giftblase entspringende Ausführungsgang, welcher sich bei † in den Giftzahn einsenkt. Letzterer steckt in einer großen Schleimhauttasche *zf*, die man sich über ihn weglaufend zu denken hat, *Km* freipräparierte Kaumuskeln, die zum Teil (bei *) im Schnitt erscheinen, *N* Nasenöffnung, *S* der fibröse Giftsack, welcher unter der Herrschaft des Constrictor *(Mc)* steht. Bei *Mc*¹ sieht man eine Fortsetzung dieses Muskels zum Unterkiefer hinabsteigen, *z* Zunge, *za* Mündung des Giftkanals. Nach WIEDERSHEIM.

Der Giftzahn steht jederseits vorn im Oberkiefer. Die Giftdrüse mündet eigentlich frei an die Mundhöhlenwand, ebenso die obere Oeffnung des Giftzahnes; beide Oeffnungen liegen aber dicht beieinander, und der Rand der Drüsenöffnung legt sich dicht an den Zahn um die Oeffnung desselben heran, so daß das Gift nicht in den Mund hinabfließen kann. Die Giftdrüse ist als eine eigentliche Mundhöhlendrüse aufzufassen. Hinter dem Giftzahn liegen die Ersatzzähne auf verschiedenen Entwicklungsstufen. Wenn der Giftzahn nicht benutzt wird, ist er von einer Falte der Mundschleimhaut bedeckt, aus welcher er durch eine Bewegung des mit ihm unbeweglich verbundenen Oberkiefers tritt.

Bei einer Gruppe von Schlangen sind einer oder mehrere der hintersten Oberkieferzähne an der Vorderseite mit einer offenen Längs-

rinne versehen, es sind dies die sogenannten Furchenzähne, welch letztere ebenfalls mit einer Giftdrüse in Verbindung stehen sollen.

Bei den typischen Giftschlangen geht die Ergänzung der Zähne nach einem ganz besonderen Modus von statten, durch welchen der verlorene Giftzahn sehr schnell ersetzt wird. Auf dem beweglichen Kiefer ist Raum genug für zwei Giftzähne, aber es ist immer nur ein Zahn vollständig am Knochen ankylosiert, so daß an der Seite Platz genug für einen anderen übrig bleibt. Geht ein Giftzahn verloren, so entsteht der Reservezahn seitlich von ihm und nicht an der gleichen Stelle, demzufolge die rechte und linke Seite des Knochens abwechselnd funktionierende Zähne haben. Die Reservegiftzähne liegen in parallelen Reihen, in welchen Zähne von fast gleichem Alter paarweise angeordnet sind (die Klapperschlange hat 10 Reservezähne). Es wird daher der Giftzahn abwechselnd von der einen und der anderen Reihe ersetzt. Da die Zähne paarweise und fast gleichalterig gruppiert liegen, so folgt daraus, daß der Ersatz schnell und regelmäßig vor sich gehen muß. Alle Reservezähne liegen zurückgebogen in und hinter der Schleimhautfalte, die auch den funktionierenden Zahn bedeckt. Bei Cobra ist diese Anordnung der paarigen Ersatzzähne nicht vorhanden und liegen die letzteren nur in einer einzigen Reihe. Bei den Colubriden erscheinen die Reservezähne etwas seitlich von ihrem Vorgänger.

Diese zwei Serien junger Entwicklungsorgane, die dazu dienen, den Giftapparat in beständiger Funktion zu erhalten, sind bei keinem anderen Tiere vorhanden.

Die Giftzähne sind, wie die anderen Zähne der Schlange, am Knochen ankylosiert und ihre Befestigung wird dadurch erleichtert, daß die Basis des Zahnes, wie schon erwähnt, ausgehöhlt ist; dadurch wird eine Art Befestigungsknochen vom alten Knochen gebildet, der die den neuen Giftzahn, sobald dieser in Funktion tritt, fest hält.

Ein zahngebilde ganz eigentümlicher Art ist der bei Eidechsen und Schlangen im Embryonalleben entstehende Eizahn. Dieser Zahn, der ursprünglich paarig auftrat, wie bei Ascalabotes, Vipera berus, ist aus umgewandelten Zwischenkieferzähnen hervorgegangen und ist ein echter Dentinzahn aus der ersten Dentition, von breiter lanzettförmiger Gestalt und nach Stellung und Größe seine Nachbarn bedeutend überragend. Er verwächst mit der Knochenmasse des Praemaxillare und ragt an der Schnauzenspitze zwischen den Kiefern horizontal hervor. Seine Funktion besteht darin, von innen heraus die harte Eischale der Tiere, die sich innerhalb einer solchen entwickeln, wie alle Sauropsiden, zu zertrümmern, wenn ihre Entwicklung im Ei vollendet ist.

Nach Röse entwickelt sich der Eizahn bei allen einheimischen Eidechsen, Schlangen und Blindschleichen aus dem vordersten Teile der gemeinsamen Zahnleiste und verwächst mit den Knochenbälkchen des Zwischenkiefers. Im übrigen ist der Bau und die Entwicklung des Eizahnes genau dieselbe, wie bei den anderen Reptilienzähnen. Röse behauptet, daß ein wahrer Eizahn bei allen Reptilien vorkommt, die eine wenig verkalkte Schale besitzen.

Der Eizahn darf nicht verwechselt werden mit der sogenannten Eischwiele der Krokodile, Chelonier, Vögel und Monotremen. Hierbei handelt es sich um ein rein epitheliales Gebilde der Spitze des Oberkiefers vorn und oben aufsitzendes Organ, welches ebenfalls aus

doppelter Anlage hervorgegangen zu denken ist. Bei den Vögeln namentlich ist die Eischwiele schon lange bekannt und wurde früher für ein verkalktes zahnähnliches Gebilde gehalten. Nach Röse findet sich die Eischwiele bei sämtlichen Reptilien, welche keinen echten Eizahn und eine harte verkalkte Eischale besitzen. Die beiden Gebilde, Eizahn und Eischwiele, scheinen sich gegenseitig auszuschließen.

Der histologische Bau der Eischwiele bei Krokodilen und Schildkröten stimmt mit demjenigen der Vögeleischwiele fast genau überein (Röse).

Sehr bald nach der Geburt werden der Eizahn wie auch die Eischwiele abgestoßen.

Dentition.

Unter dem Gesamtbegriff Dentition wird die Entwicklung der Zähne, das Wachstum und der Durchbruch derselben verstanden. Dentition im engeren Sinne bezeichnet den Durchbruch der Zähne, und zwar nach vollendeter Entwicklung und erreichtem Wachstum in Form und Größe.

Beim Gebisse der Säuger spricht man im allgemeinen von zwei Dentitionen oder Zahngenerationen, welche den Durchbruch der Milchzähne und der permanenten Zähne bezw. das Milchgebiß und das permanente Gebiß bezeichnen. Während die meisten Säugetiere und speziell der Mensch diese beiden Dentitionen durchmachen, ist bei einigen Säugern und den niederen Vertebraten ein oftmaliger Zahnwechsel vorhanden. Bei Fischen und Reptilien dauert die Zahnbildung durch das ganze Leben fort, so daß es zu hundert Dentitionen kommen kann. Die Krokodile wechseln ungefähr 25mal ihre Zahnreihen. Röse behauptet, daß bei Tieren mit langer Lebensdauer die Zähne sich besser entwickeln können und der Abnutzung nicht so rasch unterworfen sind als bei kurzer Lebensdauer, wo zahlreiche Dentitionen auftreten. Diese wiederholten Dentitionen sind charakteristisch für das Gebiß der niederen Vertebraten. Trotz dieser Verschiedenheit in der Zahl der Dentitionen — es gibt auch Tiere, die nur eine Dentition überhaupt aufweisen — basiert der Zahnwechsel auf dem gleichen Prinzipe wie beim Menschen, jeder abgenutzte oder ausgefallene Zahn wird durch einen neuen und meist kräftiger entwickelten Zahn ersetzt. Bei den Elefanten nutzen sich die Backzähne beständig ab und die Tiere machen während ihres Lebens 6—7 Dentitionen durch. Demgegenüber erhalten gewisse Säugetiere (Cetaceen, Edentaten) ihre Zähne nur einmal im Leben. Kükenthal konstatiert dagegen, daß er auch bei diesen Tieren meist Milchzahn- und Ersatzzahnbildung beobachtet habe, und bei den Beuteltieren wird nur ein einziger Zahn gewechselt. Gebisse mit nur einmaliger Dentition nennt man monophyodont; das Gebiß mit zweimaliger Dentition, wie beim Menschen, heißt diphyodont, während die Tiere mit zahlreichem Zahnwechsel polyphyodonten Typus zeigen. Hierüber wird in einem späteren Kapitel bei der Dentition der Vertebraten noch die Rede sein.

Beim diphyodonten Gebisse erscheint zuerst die Reihe der Milchzähne, während sich die permanenten Zähne hinter und unter den Milchzähnen entwickeln und nach dem Ausfallen ihrer Vorgänger an die frei gewordene Stelle treten.

Baume ist ein Gegner der Theorie vom Diphyodontismus und be-

zeichnet letzteren als Scheindiphyodontismus. In seiner Entwicklungsgeschichte der Zähne gelangte dieser Autor schon damals zu dem Resultate, daß die bleibenden Zähne sich nicht vom Milchzahnkeim abzweigen, sondern daß sie vollständig angelegt werden. Hieraus nun folgert Baume, teils mit Gründen der Logik, teils gestützt auf vergleichend-anatomische und entwicklungsgeschichtliche Befunde, daß sich die beiden Dentitionen durchaus nicht gegenüberstehen und daß sie nicht zwei getrennte Reihen bilden, sondern eine einzige, die nur zu der Zeit und gemäß der Vollkommenheit des Produktes verschieden ist. Nach Baumes höchst eigenartiger Auffassung, welche derselbe eingehend verteidigt, hat sich die multiple Zahnanlage der Vorfahren bei den Säugern in eine einzige Anlage umgewandelt. Hierbei sind die zwei noch vorhandenen Dentitionen nur ein passendes, in der Klasse erworbenes Arrangement, welches bei den höher entwickelten Mammalien deshalb immer deutlicher zum Ausdruck gelangte, weil die fortschreitende Spezialisierung der einen, wegen Raummangels sich langsamer entwickelnden Reihe die Reduktion der zuerst gebildeten, in der Entwicklung zwar vorauseilenden, dafür aber auch minderwertigen Reihe im Gefolge hatte. Hiermit im ursächlichen Zusammenhange steht auch das nach Baumes Bezeichnung merkwürdige Gesetz, daß ein Zahn um so früher durchbricht, je geringer seine Entwicklung und Dauer sind. Baume bemerkt hierzu, daß sich die beiden Dentitionen sozusagen im Kampfe ums Dasein befinden, welcher jedoch zu Ungunsten der Milchzähne entschieden ist, bei manchen Säugern sogar schon vollständig ausgekämpft wurde. Durch die fortschreitende Reduktion wird die Milchbezahnung einst einmal auf die bei einigen Tieren schon heute erreichte letzte Stufe zurückgedrängt werden, und es muß schließlich der Monophyodontismus wieder zur Alleinherrschaft gelangen.

Ueber das Wesen der Dentition und die Deutung des Milchgebisses sind die Anschauungen geteilt.

In bezug auf die niederen Vertebraten sagt Baume, daß von einem reihenweisen Ersatz, von irgend etwas, was als Dentition bezeichnet werden könnte, hier einfach nichts vorhanden ist. Zuckerkandl bemerkt hierzu, daß in diesem Sinne, nämlich eines reihenweisen Ersatzes von Zähnen, bei den niederen Vertebraten allerdings keine Dentition stattfindet; prinzipiell liegt aber dasselbe vor, nur handelt es sich in dem einen Falle um ein reich ausgestattetes Gebiß, in welchem der Zahnwechsel sich mehrmals einstellt, in dem anderen dagegen um eine bereits reduzierte Bezahnung, in welcher nur wenige Zähne einmal gewechselt werden. Streng genommen herrscht zwischen den niederen und höheren Vertebraten bezüglich der angeregten Frage nur der Unterschied, daß bei letzteren neben Ersatzzähnen auch Zähne vorkommen, die nicht gewechselt werden.

Die Auffassung der Theorie des Diphyodontismus ist offenbar dadurch entstanden, daß man die Dentition des Menschen als Beweis für diese Lehre hinstellte. Das Milchgebiß braucht hier, wie bekannt, 2—3 Jahre bis zu seiner Vollendung, worauf nach Erscheinen der 20 Zähne bis zum 7. Lebensjahre ein Stillstand in der Zahnproduktion eintritt. Von da an bis zum 13. Jahre werden die Milchzähne durch stärkere Ersatzzähne nach und nach verdrängt. Die zwischen dem Durchbruch des letzten Milchzahnes und dem Erscheinen des ersten permanenten Zahnes entstehende vierjährige Pause bot also

die Veranlassung, hierin zwei voneinander gesonderte Dentitionen zu erblicken. Wie Baume meint, hat diese Gruppierung keine Berechtigung, denn die zwei Zahnserien des menschlichen Gebisses sind durchaus nicht in zwei deutliche Reihen geschieden, und ferner handelt es sich bei der zweiten Dentition nicht einfach um ein, wenn auch stärkeres, Ersatzgebiß der Milchbezahnung. Der Zahnwechsel erfolgt nämlich nicht reihenweise, sondern allmählich, so daß, nachdem das Milchgebiß einige Zeit allein die Funktion versehen hat, die Wechselzähne gemeinsam mit einzelnen Ersatzzähnen, später einige Milchzähne, gemischt mit mehreren permanenten Zähnen, das Gebiß darstellen, bis letzteres endlich nur noch bleibende Zähne allein besitzt. Die beiden Reihen sind also nicht scharf voneinander gesondert, zumal der meist nach dem 6. Lebensjahre auftretende permanente 1. Molar ein ganzes Jahr lang mit den Milchzähnen zusammen allein das Gebiß des Kindes repräsentiert; es ist also ein permanenter Zahn durchgebrochen, bevor überhaupt noch ein Milchzahn ausgefallen ist. Zuckerkandl betont auch, daß es sich in dem bleibenden Gebisse nicht um eine bloße Wiederholung der Wechselzähne handelt, sondern daß jede Serie ihre Eigentümlichkeiten hat. Das bleibende Gebiß charakterisiert sich durch seine Backzähne (Prämolaren und Molaren) und das Milchgebiß durch den ersten Milchmolaren. Ueberdies erfolgt die Dentition nicht bei allen Tieren in so regelmäßiger Weise als beim Menschen. In der Reihe der Milchzähne zeigen sich ferner rudimentäre Zähne des permanenten Gebisses, wodurch, wie Zuckerkandl richtig sagt, die scharfe Grenze zwischen Milchgebiß und bleibender Bezahnung illusorisch bleibt. In diese Kategorie von Zähnen gehört z. B. der 1. Prämolar des Hundes. Der 1. Backzahn des Pferdes wurde von manchen Autoren wegen seiner Hinfälligkeit für einen Milchzahn gehalten. Baume hat aber darauf hingewiesen, daß nach der Dentitionstheorie ein solcher Irrtum ausgeschlossen sei, da dieser Zahn nicht ersetzt wird. Busch beantwortet die Frage, ob die Anwesenheit eines Milchzahnes notwendigerweise die Bildung des betreffenden bleibenden Ersatzzahnes bedingt, dahin, daß dies nicht der Fall sei. Bisweilen haben Milchzähne keine Nachfolger, dagegen zieht Mangel eines Milchzahnes mit großer Wahrscheinlichkeit Mangel des entsprechenden Ersatzzahnes nach sich.

Interessant ist die Theorie von Schwalbe, die Abstammung der Prämolaren betreffend. Dieser Autor stellt an den mehrhöckerigen Zähnen einerseits die äußeren Coni und andererseits die inneren Coni in eine Reihe. Während die Höcker der Milchmolaren in zwei Reihen, einer labialen und einer lingualen, liegen und in einer Fortsetzung der ersteren die Schneide- und Eckzähne, liegen im permanenten Gebiß in der Serie der Außenconi die äußeren Höcker der Prämolaren und Molaren, sowie die Kronen der Schneide- und Eckzähne; in der Reihe der Innenconi befinden sich die labialen Höcker der Backzähne. Somit gehören zur I. Dentition: die Schneide- und Eckzähne des Milchgebisses, sowie die Außenconi der Milch- und permanenten Molaren samt den Prämolaren. Der II. Dentition gehören an: die Ersatzzähne der Schneide- und Eckzähne, die Innenconi der Milchmolaren, der bleibenden Molaren und Prämolaren. Die Prämolaren gehören demnach in eine Reihe mit den Milchmolaren und permanenten Molaren, nur ist ihre Entwicklung zurückgehalten; ihre Anlagen sollen infolge von Verkürzung der Zahnfortsätze verschoben sein.

Von der Voraussetzung ausgehend, daß der Begriff Dentition nur beim Vorhandensein zusammenhängender Zahnleisten anzuwenden ist, ist nach Röse entwicklungsgeschichtlich bei allen Säugetieren die Anlage von mindestens zwei Zahnreihen nachgewiesen und in vielen Fällen auch mehr. Man kann deshalb nicht fehlgehen, wenn man annimmt, daß die Entwicklung den Gang von zahlreichen Zahnserien nach weniger zahlreichen genommen hat. Damit soll aber durchaus nicht gesagt werden, daß der Monophyodontismus der Reptilien das Ideal der Bezahnung repräsentieren soll, denn gerade bei dieser Tierklasse ist die Mundverdauung viel weniger günstig gestaltet als bei den Diphyodonten, dagegen hat die Annahme des Polyphyodontismus als die ursprüngliche Form der Bezahnung größere Wahrscheinlichkeit für sich. Damit kommt Röse auf Grund seiner Anschauungen in der Frage des Monophyodontismus zu ganz entgegengesetzten Ansichten wie Baume, nach welchem das Milchgebiß so zu deuten ist, daß die im Laufe der phyletischen Entwicklung erfolgte Kieferverkürzung zu einer Verdrängung desselben aus der Zahnreihe geführt hätte. Baume faßt also das Milchgebiß als einen Teil des permanenten Gebisses auf und meint, die Verschiedenheit sei nur eine zeitliche.

Oldfield und Flower betrachten die zwei Zahnreihen, also das diphyodonte Verhalten als aus dem monophyodonten hervorgegangen und nur den Säugern zukommende charakteristische Eigentümlichkeit.

Zittel ist der Ansicht, welcher sich auch Preiswerk anschließt, daß der Beweis, nach welchem diphyodonte Säugetiere aus monophyodonten hervorgegangen sind, nicht erbracht sei, sondern es seien im Gegenteil viele monophyodonte Formen bekannt, deren Vorläufer noch zwei Zahnreihen besessen hätten (Proboscidier, Insektivoren, viele Rodentien, Edentaten), und deren Zahnwechsel im Vergleich mit ihren Vorfahren deutlich im Rückgang begriffen ist.

Kükenthal kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Resultat, daß die Diphyodontie auch bei niederen Ordnungen der Säugetiere vorhanden ist. Das Gebiß der Zahnwale ist ein echtes Milchgebiß, d. h. der ersten Dentition angehörend, die aber persistiert, denn alle untersuchten Embryonen zeigten nach innen von dem funktionierenden Zahne die Anlagen eines Ersatzzahnes, der nicht zum Durchbruch kommt, aber deutlich die Schmelzkappe und das charakteristische Schmelzorgan erkennen läßt. Auch ist das Gebiß der Zahnwale kein homodontes. Die Bartenwale haben nur im ersten Drittel ihres Fötallebens Ersatzkeime, die später resorbiert werden. Sie weisen ebenfalls die Anlage für die Ersatzzähne auf und sind Heterodonten. Aus den Schnitten der Embryonen dieser Tiere ergab sich ferner, daß die Doppel- oder Backzähne das ursprüngliche Verhalten darstellen, und daß die einspitzigen Zähne durch Teilung der Doppelzähne entstehen. Die Edentaten, speziell die Gürteltiere, haben die Anlage einer doppelten Dentition. Das Gebiß der Marsupialier, welche keinen Zahn oder nur den 2. Prämolaren wechseln, wurde der zweiten Dentition zugezählt. Kükenthal fand an einer Serie verschieden großer junger Beutelratten, daß sich nicht nur von dem Prämolar (Wechselzahn) nach innen zu vom Halse der Epitheleinsenkung ein kolbig endender Epithelzweig abbog, sondern auch von allen übrigen Zähnen, daß also das Gebiß der Beutler das persistierende Milchgebiß darstellt.

Aus allen Beobachtungen dieses Autors geht hervor, daß die Anlage zweier Dentitionen nicht eine spätere Akquisition der höheren Säugetierklassen, sondern daß sie gerade so gut bei den niederen Ordnungen vorhanden ist, nur mit dem Unterschiede, daß hier das Milchgebiß, dort das permanente zur größten Leistungsfähigkeit sich ausbildet. Die Diphyodontie der Säuger läßt sich auch hier mit großer Wahrscheinlichkeit von dem mehrfachen Zahnwechsel der Reptilien ableiten.

Dieses höchst interessante Verhalten der monophyodonten Säuger hat Kollmann auch beim Menschen beobachtet. Auch hier soll die Zahnleiste überzählige Keime produzieren, die nur ausnahmsweise in Form überzähliger Zähne zur Entwicklung und zum Durchbruch gelangen.

Schlosser äußert sich zu der Deutung des Milchgebisses, daß schon die ältesten Placentalier, die Kreodonten, Zahnwechsel aufweisen. Bei den heute lebenden Tieren sind vielfach die Milchzähne der Zahl und Gestalt nach besser entwickelt als die permanenten; sie kommen dem ursprünglichen Typus des phylogenetisch sich entwickelnden Zahnes näher.

A. Hoffmann zählt die permanenten Molaren auf Grund ihrer Entwicklung im Anschluß an die Milchzähne mit zur ersten Zahnserie. Die Ersatzzähne bilden die zweite Serie. Wo sich nun Reduktionserscheinungen im Gebisse zeigen, ist es die zweite Zahnserie, an welcher sie zu bemerken sind, nicht die erste. Die stärkere Ausbildung der zuletzt an der Zahnleiste entstehenden Zähne, gleichviel ob sie zur ersten oder zweiten Serie gehören, resultiert aus der Nichtentwicklung von ontogenetisch jüngeren Zähnen, indem das sonst für diese notwendige Bildungsmaterial jetzt mit auf die ontogenetisch älteren Zähne verwendet wird.

Wenn man aus alledem und aus der Beobachtung von Rütimeyer, daß die Milchzähne das Gepräge der phyletischen Vorläufer an sich tragen, das Endresultat zieht, so erscheint es ziemlich klar, daß die monophyodonten Formen von diphyodonten abstammen und vielleicht wiederum die diphyodonten von polyphyodonten. Demgemäß wäre aus dem immerwährenden Zahnwechsel, wie er z. B. bei den Haien typisch ist, langsam der diphyodonte und aus diesem der monophyodonte entstanden ist. Preiswerk meint, daß die Differenzierung vielleicht gelegentlich auch Rückbildung der Individuen, die Fähigkeit des Zahnwechselns immer mehr verloren gegangen zu sein scheint. Zuerst bildeten sich einfache Zähne aus, die fortwährend gewechselt wurden, dann wurden die Zahnformen komplizierter, und die Natur ging schon sparsamer damit um, bis die einmalige Bezahnung den Abschluß bildete. Der Mensch ist überhaupt noch nicht auf dem Endstadium seiner Entwicklung angelangt und es steht ihm immer noch das monophyodonte Gebiß bevor.

Nach dem gegenwärtigen Stande der Wissenschaft ist es als festgestellt zu betrachten, daß das Kieferepithel für die Entwicklung der Zähne zwei Leisten ausbildet, die schon erwähnte Zahnleiste und die Ersatzleiste, von denen die erstere die Milchzähne und die Molaren des permanenten Gebisses produziert, während die Ersatzleiste die Ersatzzähne ausbildet, ein Verhalten, das die Aufstellung der zwei Dentitionen hinlänglich begründet erscheinen läßt und jedem Zahn seine richtige Stellung zuweist.

Die Dentition der Vertebraten.

Zu den Monophyodonten, die ihr Gebiß nur einmal im Leben erhalten und die Zähne nicht wechseln, gehören die Cetaceen, Edentaten, Saurier. Zu den Diphyodonten, die erst ein Milchgebiß und später ein permanentes Gebiß entwickeln, gehören die meisten Säuger und auch der Mensch. Bei den Polyphyodonten findet in der Regel ein unbeschränkter Zahnersatz während des ganzen Lebens statt. Der polyphyodonte Typus ist am ausgebreitetsten bei den Fischen, welche die abgenutzten und ausgefallenen Zähne fortwährend in derselben Weise wie die anderen der Abstoßung unterworfenen Hartgebilde ersetzen. Die Monophyodonten nennt man auch Homodonten, weil sämtliche Zähne von gleicher Form sind, während die Diphyodonten auch Heterodonten heißen, weil sie, wie der Mensch, verschiedene Zahnsorten besitzen. Die Delphine bewahren noch niedere Zustände.

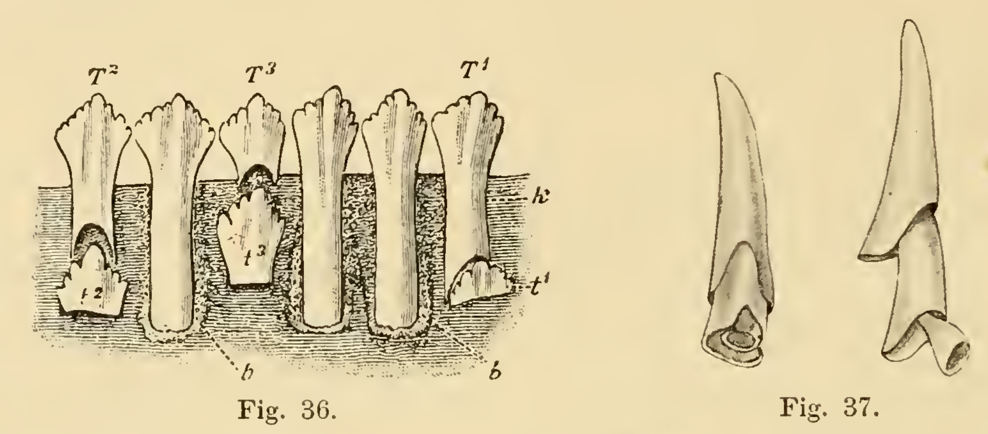


Fig. 36. Fig. 37.

Fig. 36. **Stück des Oberkiefers von *Iguana*,** von der Innenseite gesehen; Weichteile entfernt. *k* der Kieferknochen, an dessen innerer Seite die Zähne durch eine poröse Knochenmasse *b* festgekittet sind, T^1—T^3 drei Zähne, die im Begriff stehen, auszufallen, und deren unteres Ende mehr oder weniger resorbiert ist (T^1 am wenigsten, T^3 am meisten); t^1—t^3 die entsprechenden noch nicht vollständig entwickelten Ersatzzähne. Nach Boas.

Fig. 37. **Art des Zahnwechsels von *Gavialis*.**

Beim diphyodonten Typus kann es vorkommen, daß einzelne Zähne wechseln, andere wieder gar nicht (*akrodonte Reptilien, Agamiden*), oder die Dentition ist nur rudimentär oder gar nicht vorhanden. Bei der zweiten Dentition erscheint für jeden Zahn des Milchgebisses der Ersatzzahn in vertikaler Richtung, während beim permanenten Nachwuchs die Ersatzzähne mehr an entfernteren Stellen durchbrechen und in horizontaler Richtung an ihren Platz rücken. Einen eigentümlichen Typus zeigt der Zahnwechsel von Gavialis (Fig. 37). (Vgl. Alligatoridae pag. 238.)

Das Milchgebiß kann unterdrückt sein, oder die Milchzähne fallen schon im intrauterinen Leben aus, so daß dieselben nicht mehr erscheinen (*Rhinolophus, Sorex, Phoca*) oder nur für eine mehr oder weniger kurze Dauer in Funktion bleiben (*Rodentien, Insektivoren, Fledermaus*). Das permanente Gebiß kann ebenso unterdrückt werden und das Milchgebiß funktioniert das ganze Leben hindurch. Bei den *Marsupialiern* wird nur der 4. bezw. 3. Prämolar gewechselt, so daß also hier das permanente Gebiß durch einen einzigen Zahn repräsentiert wird, während das übrige Milchgebiß bestehen bleibt. Bei allen

Beutlern ist übrigens die zweite Dentition neben allen persistierenden vor dem 3. Molaren in Form von knospenförmigen Schmelzkeimen vorhanden. Auch bei den *Denticeten* persistiert das Milchgebiß, während gleichzeitig Ersatzanlagen erscheinen. Eine Sonderstellung nimmt in dieser Beziehung von den Sirenen die Gattung *Manatus* ein, der nur Molaren besitzt, die sich durch stete Abnutzung und Bildung neuer Zähne auszeichnen. Auch bei den *Elefanten* sind die Molaren des permanenten Gebisses nicht immer gleichzeitig im Munde; es funktioniert nur immer ein Molar, bis hinter diesem der nächste erscheint und den vor ihm stehenden stark abgenutzten wegdrängt. Während beim Elefanten in diesem Falle die Zahl der Zähne eine begrenzte ist, ist dieselbe bei Manatus unbegrenzt und die Zahl der gleichzeitig funktionierenden Backzähne kann bis zu 10 betragen. Die Backzähne bei den Elefanten und Sirenen unterliegen einem horizontalen Ersatz (Fig. 38).

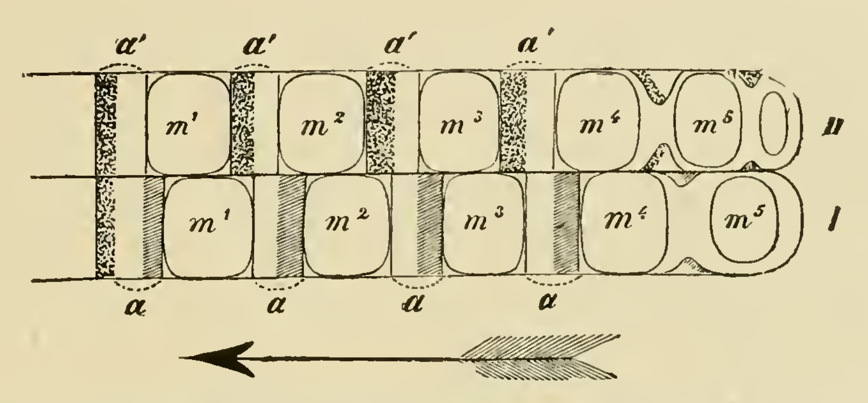


Fig. 38. **Schematische Darstellung der Bewegungsweise der Zahnreihe bei ihrem horizontalen Zahnwechsel.** Schraffierung bedeutet Resorption, Punktierung Neubildung der knöchernen Zwischenwände (a resp. a^1) der Alveolen. m1—5 = 1.—5. Molar, in der oberen Reihe bereits etwas nach vorn verschoben. Nach Hartlaub.

Einige Säuger, namentlich die Rodentien, nutzen durch die Art der Nahrung und der Funktion ihrer Zähne letztere derart ab, daß dieselben für die ganze Zeit ihrer Lebensdauer nicht ausreichen würden. Derartige Zähne stehen auf offenen Pulpen und haben permanentes Wachstum, d. h. sie wachsen in dem Maße, als sie sich abnutzen, aus der Alveole heraus, um auf diese Weise in ständigem Kontakt mit ihren Antagonisten zu bleiben. Oft wird solch ein Längenwachstum für das Tier hinderlich, insofern beim Verlust eines Antagonisten die Zähne bogenförmig aus der Mundhöhle herauswachsen können und lebensgefährliche Störungen für das Tier verursachen. Solche Zähne sind natürlich zementlos. Nach Baume stellen diese immerwachsenden Zähne nicht nur eine im Rückgange begriffene Form der Zahnbildung dar, sondern die Zähne mit abgeschlossenem Wachstum sind aus diesen immerwachsenden Zähnen hervorgegangen, so daß letztere ein Mittelglied zwischen der multiplen Bezahnung der Amphibien und Reptilien und den höher spezialisierten Zähnen der Säugetiere repräsentieren.

Es gibt Fälle, wo sich bei Säugetieren Spuren einer prälaktealen Dentition zeigen, d. h. einer Dentition, welche dem Milchgebiß vorangegangen ist. Eine solche Erscheinung wird von Leche, Woodward, Röse, Schwalbe u. a. als vorkommend konstatiert; Röse,

ebenso Kükenthal weisen sogar eine vierte und fünfte Dentition nach, die aber ebenso wie eine dritte das Schicksal einer frühzeitigen Resorption erleiden. Prälakteale Zähne existieren auch beim Menschen mitunter, wo sie eine dritte Dentition vortäuschen. Durch diese Auffindung prälaktealer Zahnanlagen und durch den Nachweis von den Andeutungen einer vierten Zahnreihe ist man zur Annahme von vier aufeinander folgenden Zahnreihen gekommen (Leche). Als erste Reihe werden Prälaktealzähne bezeichnet; als zweite Reihe die erste Dentition; als dritte Reihe die zweite Dentition; als vierte Reihe die Zähne der sogenannten dritten Dentition. Hierzu soll noch bemerkt werden, daß die erste und vierte Reihe nur für einzelne Zähne und nur in der ersten Anlage vorhanden sind und daß sie nicht zur Ausbildung gelangen.

Wie schon früher erwähnt wurde, zeigen die niederen Vertebraten, besonders die Fische, zahlreiche Dentitionen während ihres Lebens. Im allgemeinen vermindert sich die Häufigkeit der Dentitionen mit besserer und kräftiger Ausbildung der einzelnen Zahnorgane. Baume wies schon darauf hin, daß eine die gesamten Vertebraten umfassende Vergleichung ihrer Bezahnung die hochwichtige Tatsache erkennen lassen, daß von Klasse zu Klasse weniger Zähne produziert werden und demnach eine immer größere Beschränkung in der Entwicklung der Zahnsubstanz sich bemerkbar macht. Baume erblickt darin das Herrschen eines eigenen Gesetzes und nennt dasselbe „Gesetz der Reduktion der Zähne“, aus welchem alle Abänderungen sich erklären lassen. Ueber die Reduktion der Zähne wird in einem späteren Kapitel die Rede sein. (Pag. 168.)

Röse beobachtete bei kürzerem Eileben zahlreichere Dentitionen, als bei längerem Eileben, denn hier haben die Zähne Zeit sich länger auszubilden, sie werden kräftiger und widerstandsfähiger und nutzen sich deshalb nicht so schnell ab. Das Ei- und Säuglingsleben bei den Mammalien ist von bedeutend längerer Dauer; daraus folgert Röse, daß das Milchgebiß dieser Tierklasse, das die Zahnleiste produziert, als eine Zusammenfassung mehrerer verloren gegangener Dentitionen anzusehen ist, und sucht die Anhaltspunkte hierfür im menschlichen Embryonalleben. Röse hat nicht nur die schon erwähnten Spuren gesehen, sondern auch eine prälakteale Zahnanlage und stellt deshalb vor der Milchzahnbildung das rudimentäre Vorhandensein von zwei Dentitionen auf; auf diese folgt als dritte die Reihe der Milchzähne, als vierte die permanente Reihe und als fünfte mögliche die Dentitio tertia des Menschen.

Der Durchbruch und Wechsel der einzelnen Zähne erfolgt bei jeder Tierspecies in ziemlich bestimmten Lebensaltern, weshalb denn auch das Alter eines Tieres hiernach festgestellt werden kann. Bei fortschreitendem Alter werden die durch den steten Gebrauch und die Abreibungen der Kaufläche an den Zahnkronen entstehenden Veränderungen zur Altersbestimmung verwertet, wie beispielsweise beim Pferde.

Mechanismus des Durchbruches.

Wie schon früher betont wurde, ist der Zahn zur Zeit des Durchbruches noch nicht fertig gebildet. Sobald die Zahnkrone ihre volle Länge erreicht hat, bildet sich erst der Wurzelteil des Zahnes, welcher bei Beginn des Zahnens verschieden weit in der Entwicklung vorge-

schritten sein kann. Zur Zeit der Geburt sind die Milchzähne in den Alveolen fast fertig gebildet und sind von der Mundhöhle durch eine dünne Knochenschicht und das Zahnfleisch getrennt. Sobald die Schmelzentwicklung ihr Ende erlangt hat, ist die Krone zum Durchbruch fertig. Hierbei dringt dieselbe zuerst durch das Zahnsäckchen, während der Knochen und das Zahnfleisch schwindet.

Die Frage, worin der Anlaß zum Durchbruch der Zähne liegt und welche Kräfte den Zahn aus dem Kiefer nach oben treiben, ist, wie so manche Frage auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte, noch immer nicht definitiv gelöst und es sind auch hier verschiedene Theorien aufgestellt worden. Nach Eichler kann man die wirkenden Ursachen der Dentition d. h. die mechanischen Kräfte, welche den Zahndurchbruch bewirken, in solche Kräfte teilen, die innerhalb des Zahnes erzeugt werden: *Wurzeldentinwachstum, Wurzelpulpawachstum,* oder außerhalb desselben: *Granulationen auf dem Alveolenboden, Kontraktilität des Kieferknochens, Muskeldruck, Kaudruck.* Hierzu kommen, im Gegensatz zu den mechanischen Kräften, noch die von Adloff angesprochenen physiologischen Kräfte.

Jede dieser Theorien hat ihre Anhänger; der eine Teil der Autoren sucht die austreibenden Kräfte, wie aus obiger Zusammenstellung ersichtlich, innerhalb des Zahnes, während andere wieder glauben, diese Kraft nach außen verlegen zu müssen.

Die Kräfte, die innerhalb des Zahnes wirken, werden durch das Wachstum des letzteren bezw. des Wurzelteiles hervorgebracht. Hierauf basieren die Wurzeltheorien. Früher war man vielfach der Ansicht, daß die wachsende Wurzel den Zahn aus seiner Alveole gleichsam hinausdränge und daß der Zahn selbst durch Dentinablagerungen an seiner Basis sich verlängere, wodurch er aus der Alveole geschoben würde. Für diese Theorie treten Wedl und Calembrun-Mercure ein; oder man betrachtet das Pulpawachstum als das treibende Agens, wie Kollmann, Zuckerkandl, Walkhoff, Hunter, Eichler, Wallisch, Kallhardt.

Zu den Anhängern, welche die austreibende Kraft beim Zahndurchbruch außerhalb des Zahnes suchen, gehört in erster Linie Baume. Nach der Darstellung dieses Forschers wird die Zahnkrone durch Granulationen des Knochenmarkes und durch Knochenneubildungen die auf dem Boden der Alveole entstehen, aus dem Knochen gedrängt. Zuckerkandl, der diese Theorie, die auch unter dem Namen Alveolartheorie bekannt ist, bekämpft, erklärt, daß diese Annahme — aktiv aufgefaßt — schon aus dem Grunde falsch sei, weil gerade während des Zahndurchbruches die Alveole für den Zahn zu weit ist und das Verhalten derselben von dem der Zahnwurzel sich abhängig erweist. Es wäre nur noch möglich, daß sowohl die Alveole, wie auch der Zahn sich am Durchbruch beteiligen, erstere allerdings in anderem Sinne, als in dem der Alveolartheorie. Baume hält die Wurzeltheorie, daß die Wurzel durch appositionelles Wachstum den Zahn aus der Alveole drängt, aus folgenden Gründen für unwahrscheinlich: 1. Diejenigen Zähne, welche über die normale Zeit im Kiefer zurückgehalten werden, bilden sich in ihrer abnormen Stellung vollkommen aus, selbst der Wurzelteil entwickelt sich in seiner ganzen Länge und die Zähne verbleiben im Kiefer, wie dies häufig bei den Weisheitszähnen beobachtet wird. Wenn derartige Zähne nach Aufhebung der Retention in späteren Jahren zum Durchbruch kommen, so

kann bei ihnen von einem appositionellen Wachstum der Wurzel, welche ja vollständig ausgebildet ist, nicht mehr die Rede sein. 2. Es brechen auch Zähne ohne jede Wurzelbildung durch, z. B. die zu früh erscheinenden Zähne bei Neugeborenen. 3. Die Strecke, welche die Krone eines normalen Zahnes zu durchwandern hat, entspricht nicht dem Wachstum der Wurzel, sondern ist länger als letztere, die sich in derselben Zeit ausgebildet hat. 4. Die Ortsveränderung der Zähne vor dem Durchbruch und während desselben sind als weiterer Gegenbeweis gegen die Ansicht anzusehen, daß durch Zementanlagerung der Wurzel der Zahn aus der Alveole getrieben wird. Bekanntlich liegen vor dem Durchbruch alle bleibenden Zähne im Kiefer ganz regellos nebeneinander und übereinander. Dennoch erfolgt der Durchbruch in der Regel normal. Folglich muß der Zahn sich zunächst gedreht haben. Die permanenten Molaren des Oberkiefers liegen sogar mit nach hinten, dem Pharynx zugewendeter Kaufläche in der Tuberosität. Der ganze Zahn muß also eine Vierteldrehung machen, ehe die Kaufläche horizontal nach unten gerichtet ist. Durch bloßes Längenwachstum der Wurzel könnte man jene Lageänderung an der Zahnkrone durchaus nicht erklären.

Baume hält Wurzelwachstum und Zahndurchbruch als vollständig unabhängig voneinander und sucht die Ursache des Zahndurchbruches einzig und allein in der Alveole, wo sich zur Zeit dieses Prozesses ein weiteres Granulationsgewebe vorfindet. Dieses Gewebe verknöchert, nachdem vorher die Wucherung des Markes vorangegangen ist und diese besorgt die Herausdrängung des Zahnes; er verknöchert erst, nachdem hierdurch Platz in der Alveole gewonnen ist. Es treibt demnach nicht der Knochen, sondern das wuchernde Mark den Zahn aus der Alveole.

Zuckerkandl, der die Baumesche Alveolartheorie durch verschiedene Einwände zu entkräften versucht, führt folgende Momente an, welche an dem Zahndurchbruch offenbar mitwirken. 1. Zähne und Alveole wachsen, solange die Krone und der Zahnhals gebildet wird, in den Kiefer hinein. Auf diese Weise rücken z. B. die oberen Eckzähne aus ihrer Reihe heraus. 2. Hat die Wurzel eine gewisse Länge erreicht, so beginnt der Durchbruch des Zahnes. 3. Vor und während des Durchbruches treten Resorptionserscheinungen an der Alveole auf und damit beginnt die Beteiligung der Alveole an dem Durchbruchsprozeß. 4. Zur Zeit des Zahndurchbruches beobachtet man an der Wurzel ein rascheres Wachstum als vorher. 5. Die Beteiligung der Wurzel des Zahnes fällt nicht mit der Ossifikation zusammen, sondern mit dem Prozeß, welcher der Verknöcherung unmittelbar vorangeht, und es scheint hierbei dem Pulpawulst eine wichtige Rolle zuzufallen. (Beim Zahndurchbruch wird der geräumige Pulparaum und der weite Wurzelkanal noch von der Papille ausgefüllt, die am freien Wurzelende etwas hervorragt. Dieser die Zahnwurzel überragende Teil der Pulpa wird von Zuckerkandl seiner Wichtigkeit halber als Pulpawulst bezeichnet. Der genannte Autor schließt aus seinen Beweisführungen, daß die Wurzel sich am Zahndurchbruch in der Weise beteiligt, daß zunächst durch gesteigerte Proliferation an der Peripherie der Pulpawulst an Höhe zunimmt und die Zahnkrone durch rückwirkende Kraft in die Alveole vorschiebt. Hierauf verengt sich die Mündung der Alveole, das demolierte Zahnfach wird wieder aufgebaut und paßt sich dem Zahn eng an.)

Zu den Anhängern der Alveolartheorie gehören auch Nessel und Albrecht, welcher die weitere Umgebung des Zahnes bezw. den Kieferknochen überhaupt, infolge seiner Elastizität und seines Kontraktionsvermögens und des Wachstumes der Alveolarfortsätze als das das Emporsteigen des Zahnes bewirkende Agens betrachten. Später wurden die wirkenden Kräfte noch weiter vom Zahne entfernt angenommen; so führt Berten die Dentition auf den Muskeldruck zurück und Robin bringt den Prozeß in Zusammenhang mit dem Kauakt.

Im Gegensatz zu der Wurzel- und Alveolartheorie, deren Anhänger eine mechanische Wirkung für den Zahndurchbruch annehmen, stellt sich Adloff auf den Standpunkt, daß der ganze Vorgang ein physiologischer ist und will denselben auf Wachstumserscheinungen des lebenden Protoplasmus zurückführen, die in den einzelnen Phasen deutlich erkennbar sind. Dieser Autor weist am Schlusse seiner Erwägungen auf die Bezahnung der Vertebraten hin, bei welcher die Dentition unter den einzelnen Klassen verschieden ist; während die Fische und Amphibien die ausgestoßenen Zähne während der ganzen Lebensdauer ununterbrochen wechseln bezw. durch neue ersetzen, kommt dieser Vorgang bei den Reptilien schon weniger häufig vor und bei den Säugetieren findet nur ein einmaliger Zahnwechsel statt resp. ist schon in früheren Perioden erfolgt. Die ganz andere Befestigung der Zähne bei den Fischen, Amphibien und Reptilien bringt es mit sich, daß der Zahnwechsel bei denselben in durchaus anderer Weise vor sich geht, als bei den Säugetieren. Obschon in dieser Beziehung noch keine positiven Resultate von Untersuchungen vorliegen, so meint Adloff dennoch annehmen zu dürfen, daß der Pulpa der Hauptanteil beim Ausfallen des unbrauchbar gewordenen Zahnes zufällt. Es ist ja auch von vornherein klar, daß die bessere Befestigung der Säugetierzähne durch Wurzeln, wie sie sonst nur bei einigen hoch spezialisierten Reptilien vorkommen, auch eine kräftigere Anstrengung bei der Ausstoßung des Milchzahnes erfordern muß, und daß, wie die Wurzel erst eine sekundäre Anpassung des Säugetierzahnes ist, so auch die Kräfte, die zur Auflösung der Milchzahnwurzel führen, erst sekundär im Laufe der Stammesgeschichte erworben sind. Somit würde die Resorption von der Pulpa aus ein primitiver Modus sein, und es wäre höchst interessant, nach dieser Richtung hin die Resorptionserscheinungen beim Zahnwechsel der niederen Wirbeltiere einer eingehenden Untersuchung zu unterziehen. Was bei Adloff für den Durchbruch des Zahnes bestimmend zu sein scheint, ist die Macht der Vererbung, die denselben zwingt, den Platz im Kiefer einzunehmen, der ihm durch den Ort seines Entstehens an der Schmelzleiste, jener Einstülpung des Mundepithels, angewiesen ist. Aus diesem Bestreben ist auch sowohl das Durchbrechen retinierter Zähne zu erklären, wie die sogenannte Selbstregulierung des Gebisses, die eintritt, wenn bei bestehendem Raummangel ein Zahn verhindert ist, den ihm zugehörigen Platz im Kieferbogen einzunehmen, während er dies ohne weitere Hilsmittel sofort tut, sobald durch Extraktion Raum geschaffen wird. Die hierfür in Anspruch genommenen Kräfte, sei es der atmosphärische Druck, oder Kau-, Zungen-, Wangen- und Lippendruck, sind höchstens Hilfsmomente, die aber für sich allein niemals von ausschlaggebender Bedeutung sein können. Eichler ist, unter Berücksichtigung der verschiedenen Kontroversen, auf Grund seiner eigenen ausführlichen Untersuchungen

eines Unterkiefers von einem 8 Monate alten Fötus, eines Unterkiefers von einem Neugeborenen, eines Unterkiefers von einem 9 Monate alten Kinde und dem Unterkiefer eines einjährigen Kindes, zu dem Endresultat gekommen, daß die Faktoren, welche den Zahn nach außen bewegen bezw. seine Spitze der Kieferoberfläche nähern, folgende sind: Das Wachsen des Dentinkeimes (Pulpawachstum), das Höhenwachstum der Dentinhaube und Knochenneubildung auf dem Boden der Alveole.

Erste Dentition beim Menschen.

Man versteht unter der ersten Dentition, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, den Durchbruch der Milchzähne. Zur Zeit der Geburt liegen die Kronen der letzteren in den Alveolen in noch nicht ganz vollendeter Ausbildung und sind von der Mundhöhle durch eine dünne Knochenschicht und durch das Zahnfleisch getrennt. Die Wurzel ist noch kurz, der Kanal dünnwandig und weit offen und wird von der Papille vollständig ausgefüllt. Die volle Länge und der Abschluß der Wurzelkanals erfolgt erst einige Zeit nach dem Durchbruch. Die Alveolen sind bereits fertig gebildet und die noch nicht ganz verknöcherten Septa reichen bis zum freien Alveolarrand.

Für den Beginn der Dentition nimmt man die Zeit zwischen dem 6. bis 8. Monat an. Als Norm für die einzelnen Zahnsorten gilt, daß die einzelnen zentralen Schneidezähne zuerst durchbrechen, und zwar die des Unterkiefers, dann erst die oberen. Vom 8. bis 10. Monat folgen die lateralen Schneidezähne — hier aber zuerst die oberen und dann die unteren —, so daß mit Vollendung des 1. Lebensjahres sämtliche acht Schneidezähne erschienen sind. Die vorderen Backzähne, d. h. die Milchmolaren, kommen vom 12. bis 16. Monat zum Durchbruch, zuerst im Unterkiefer, dann im Oberkiefer. Zwischen dem 16. bis 20. Monat beendigen die 2. Milchmolaren das kindliche Milchgebiß.

Die erste Dentition verläuft ziemlich innerhalb der angegebenen Zeiten, doch kommen auch sehr häufig Ausnahmen von dieser Regel vor; die Milchzähne erscheinen in dem einen Falle zu früh und das Kind bringt einige Zähne schon auf die Welt. Der Durchbruch kann in einem andern Falle sehr verzögert werden, so daß zwischen dem 2. und 3. Lebensjahre wenig Zähne oder gar keine erschienen sind. Die Literatur verzeichnet Fälle, wo die Zahnung erst mit dem 11. Jahre oder zwischen dem 13. bis 15. begonnen hat; in einem Falle sogar erst mit dem 21. Jahre.

Der Grund des vorzeitigen Durchbruches kann nach Fleischmann in einer vorzeitigen Keimanlage bestehen, mit nachfolgender normaler Entwicklung oder in einer normalen Keimanlage mit beschleunigtem Wachstum in irgendeiner späteren fötalen Periode oder endlich in einer oberflächlichen Lagerung des Zahnsäckchens, derzufolge die schon halbfertigen und noch wurzellosen Zähne bereits durchbrechen und im Zahnfleisch sitzen. Nessel behauptet, daß solche vorzeitig erscheinenden Zähne keine richtigen Zähne seien, und sich durch Form, Bau und Schmelzbedeckung wesentlich von den echten Zähnen unterscheiden. Man kann sie als unvollkommene Zahngebilde betrachten, als einen „Irrtum oder Ueberschuß im Zahngeschäft“. Trousseau, Leszai halten das frühzeitige Zahnen für krankhaft. Daß aber derartige Zähne keineswegs als

überflüssig angesehen werden dürfen, geht aus einer Mitteilung von Linderer hervor, indem nach Extraktion solcher Zähne der Kiefer zahnlos blieb, bis die permanenten Zähne mit dem 7. Jahre regelrecht erschienen.

Von allen Zahnsorten brechen die Schneidezähne am frühesten durch, am seltensten die Eckzähne; ebenso betrifft diese Anomalie mehr die Zähne des Unterkiefers. Die Ursachen des vorzeitigen Zahnens sind noch nicht genügend bekannt, immerhin sind hereditäre Faktoren in vielen Fällen nachzuweisen. Sind solche Zähne aber lose im Zahnfleisch, so beruht dies nach Eichler nicht auf einer gesteigerten Entwicklung, sondern auf einer oberflächlichen Lagerung des Zahnkeimes.

Verspäteter Durchbruch kann seine Ursache in einem verspäteten Beginn des ganzen Entwicklungsvorganges haben, oder es können die ersten Zähne rechtzeitig erscheinen, während der Durchbruch der anderen Zähne in unregelmäßigen Zwischenräumen oder nach längerer Pause erfolgt. Die Literatur zählt auch hier verschiedene abnorme Dentitionen auf, wo z. B. bis zum 11. Jahre, zum 13. Jahr und sogar noch später, bis zum 15. und 21. Lebensjahre die Milchbezahnung fortdauerte. Alle Fälle von verspäteter Dentition sind meist in konstitutionellen Krankheiten, Skrofulose, Rhachitis usw. begründet.

Ueber die Zeit des Durchbruches der Zähne und die chronologische Reihenfolge der einzelnen Zahnsorten existieren verschiedene nicht gleichlautende Tabellen. Diese Dentitionsphasen hängen viel von Konstitution, Ernährung, sowie nicht minder von Rassenzugehörigkeit und Klima ab. Im allgemeinen zahnen schwächliche oder kränkliche Kinder nicht so regelmäßig als kräftige und sonst gut entwickelte Individuen. Nach Woronichin zahnen gut genährte, nichtrhachitische Kinder durchschnittlich im 8. Monat. In diesem Monat haben kräftige Kinder nach seiner Statistik bereits mehr als die Hälfte Zähne, während bei schlecht genährten Kindern erst im 9. Monat die Dentition beginnt. Nach Scheffs Beobachtungen an 300 Säuglingen begann das Zahnen zwischen dem 6. bis 8. Monat, wobei aber gerade bei kräftigen Kindern der Durchbruch der ersten Milchschneidezähne zwischen dem 12.—16.—18.—20. Monat erfolgte. Ebenso zahnen Bewohner der südlichen Breitegrade früher, als dies bei den Nordvölkern der Fall ist. Dies zeigt sich auch sonst in der frühzeitigen körperlichen Entwicklung der Südländer gegenüber der germanischen Rasse. Es erklärt sich daraus die Eigentümlichkeit der voneinander so ababweichenden Dentitionstabellen der deutschen, französischen, englischen und amerikanischen Autoren.

Zweite Dentition beim Menschen.

Als zweite Dentition bezeichnet man den Durchbruch der bleibenden oder permanenten Zähne. Nachdem das Milchgebiß mit seinen 20 Zähnen seine Funktion im kindlichen Organismus erfüllt hat, erscheinen ungefähr zwischen dem 6. bis 7. Lebensjahr hinter den Milchzahnreihen im Ober- und Unterkiefer je ein Molar, womit das Zeichen zum Beginn der zweiten Dentition gegeben ist. Die Milchzähne fangen an, gemäß dem Erscheinen der Ersatzzähne, locker zu werden, fallen aus und werden in normaler Weise durch eine bestimmte zeitliche Reihenfolge durch die permanenten Zähne ersetzt.

Da die 20 Milchzähne von den Ersatzzähnen in vertikaler Richtung ersetzt werden, so müssen naturgemäß die Wurzeln der Milchzähne schwinden, um dem allmählich aufsteigenden bleibenden Zahne Platz zu machen. Es ist nun, um ein ungehindertes Durchbrechen des Ersatzzahnes zu ermöglichen, ein Resorptionsprozeß mit der zweiten Dentition verbunden, durch den die Wurzel des Milchzahnes nach und nach sich auflöst und die Krone locker im Zahnfleisch liegt. Es soll hierbei noch ausdrücklich betont werden, daß der permanente Zahn nicht in die Alveole des Milchzahnes hineinrückt, welche durch die Resorption der Wurzel leer wird, sondern jeder Ersatzzahn liegt in einer besonderen Alveole, welche er behält, während die Alveole des Milchzahnes mit der Wurzel zusammen resorbiert wird; damit geht auch der ganze Alveolarfortsatz mit den Septen ein und für die permanente Bezahnung bilden sich neue Alveolen.

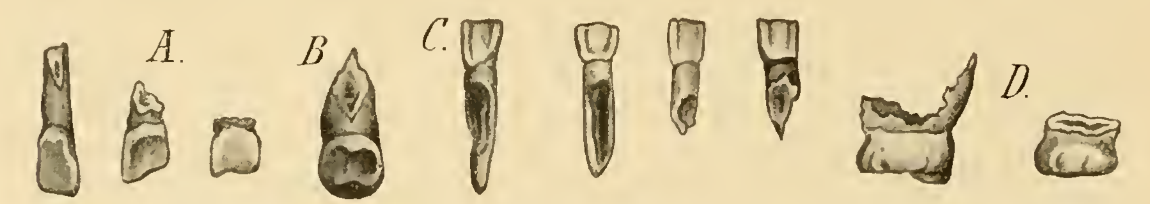


Fig. 39. **Milchzähne mit resorbierten Wurzeln.** Bei A zwei obere Schneidezähne von der Palatinal- und einer von der Labialseite. B Eckzahn von der Palatinalseite. C vier untere Schneidezähne von der Lingualseite in den verschiedenen Stadien der Resorption. D zeigt zwei Molaren in stärkster Zerstörung.

Die **Resorption** beginnt schon frühzeitig, meist nach Vollendung der ersten Dentition, bei den Schneidezähnen, und zwar an der Stelle, welche der Spitze des Ersatzzahnes zunächst gelegen ist, und schreitet in der Wachstumsrichtung der anderen permanenten Zähne fort. Die zu dieser Zeit bereits verkalkten Kronen der bleibenden Zähne rücken vor und drücken gegen die Wurzeln der Milchzähne an der Seite, welche nach dem Ersatzzahn gerichtet ist. Dies erklärt schon die Tatsache, daß an Stellen, wo die permanenten Zähne nicht zum Durchbruch gelangen, die entsprechenden Milchzähne nicht ausfallen und auch dem Resorptionsprozeß widerstehen und das ganze Leben hindurch mit vollkommen entwickelter Wurzel im Kiefer verbleiben. Diese Erscheinung beobachtet man namentlich am Eckzahn des Milchgebisses und dem hinteren Milchmolar. Hieraus erhellt, daß die vordrängende Bewegung des Ersatzzahnes den Hauptfaktor für die Resorption der Milchzahnwurzeln bildet.

Tomes vergleicht auf Schliffen den Rand einer in Resorption begriffenen Zahnwurzel mit dem Aussehen einer Girlande, wie solche Form überhaupt charakteristisch für eine Knochenresorption ist. Nach Wedl geht der Auflösung des Zementes zuerst eine Trübung der zwischen den Zementkörperchen liegenden Substanz voraus; der Resorptionsprozeß erstreckt sich namentlich auf Zement und Dentin. Es wird aber auch der Schmelz mitergriffen, was vielfach bezweifelt wurde. Wedl bildet einen Fall von Arrosion des Schmelzes ab. J. Tomes beobachtete eine über die Außenseite des Schmelzes hinübergewucherte Knochensubstanz. Das Dentin scheint der Zerstörung leichter zu unterliegen als das Zement, wie Baume bereits ausgesprochen, da man das Zement ganz unterminiert findet. Die kleinen

Löcher oder Gruben haben verschiedene Richtungen, manche laufen an einem Punkte zusammen; nicht selten findet man isolierte Stücke von Dentin. Tomes war der erste, der über die Resorptionsvorgänge genauere Untersuchungen angestellt hat; er konstatierte, daß sich auch hier, wie bei Knochenresorptionsprozessen, ein Granulationsgewebe bildet, welchem die resorbierende Tätigkeit bei dem eigentlichen Resorptionsvorgange zugeschrieben werden kann; dieses Gewebe wird deshalb auch Tomessches Resorptionsorgan genannt. Dasselbe ist eine Papille, deren Oberfläche aus zusammengesetzten Zellen besteht. Das darunter liegende Gewebe weist gewöhnliche kernhaltige Zellen und freie Kerne auf, welche denen ähnlich sind, die in den oberflächlichen zusammengesetzten Zellen enthalten sind. An der Basis und in der Nähe derselben nimmt die Papille den Charakter von in Entwicklung begriffenem fibrösen Gewebe an. Die großen vielkernigen Zellen von Tomes sollen den myeloiden Zellen Köllikers gleichen; die später als Riesenzellen bezeichneten Gebilde sollen nach ihm die ganze Oberfläche bilden. Man trifft diese Zellen nicht nur in den Resorptionsalveolen, im Zement, Dentin oder Schmelz, sondern ebenso in den durch Resorption entstandenen Lakunen in den Knochen überhaupt. Kölliker bezeichnete diese Zellen in bezug auf ihre Tätigkeit als Osteoklasten und leitet ihre Abstammung von den Osteoblasten ab, welche letzteren selbst wieder Abkömmlinge des Knochenmarkes resp. der osteoplastischen Schicht des Periostes sind. Wedl hat ebenso wie Hohl Riesenzellen nicht immer wahrnehmen können und fand statt dessen aggregierte einfache Zellen von Bindegewebe resp. Rundzellen. v. Metnitz spricht auch von Riesenzellen, die entweder einkernig sind (Rundzellen?) oder 15—20 Kerne in sich schließen. Treufnfels dagegen konstatiert in jeder Lakune eine Riesenzelle, welche das Grübchen ganz ausfüllen soll. Kallhardt fand bei seinen Untersuchungen (beim Hunde) die Riesenzellen nicht immer als konstant, wenigstens in frühen Entwicklungsstadien konstatiert dieser Autor, daß an der dem Ersatzzahn zugekehrten Seite die meisten Lakunen mit Rundzellen angefüllt sind. Mit der Erhöhung der Resorptionstätigkeit nimmt aber die Zahl der Keimzellen immer mehr zu, so daß diese tatsächlich im Höhenstadium der Resorptionstätigkeit die Lakunen gänzlich ausfüllen. An der dem Ersatzzahn zugekehrten Resorptionsstelle des Milchzahnes sind zur gleichen Zeit aber nur vereinzelt Riesenzellen vorhanden, und selbst im höchsten Stadium überwiegen die Rundzellen an Zahl alle anderen.

Nach v. Ebner findet schon während des Embryonallebens, zur Zeit, wo die Verzahnung beginnt, an den Kieferanlagen neben Knochenneubildung auch Zerstörung des kaum gebildeten Gewebes statt, und zwar besonders an den den Zähnen zugekehrten Flächen der Knochenwände, als ob für die sich entwickelnden Zähne Raum geschaffen werden müßte, während an den äußeren Flächen, namentlich an der Fazialseite der Kiefer, im allgemeinen Knochenbildung vorhanden ist. Die Zerstörung des Knochens geht von den Weichgeweben aus, da, wie die Resorptionsvorgänge an den ausfallenden Milchzähnen zeigen, das Zahnbein und sogar der Schmelz dieselben Resorptionsgruben darbieten wie die Knochen. In allen Fällen konstatiert v. Ebner Osteoklasten in denselben, welche auf keinen Fall aus dem resorbierten Gewebe selbst stammen.

Bei dem ganzen Resorptionsprozesse der Milchzahnwurzeln

kommen drei Fragen in Betracht, deren Beantwortung viele Kontroversen zeigt: 1. Woher stammen die Osteoklasten und das Resorptionsgewebe? 2. Welches sind die bei der Resorption wirkenden Kräfte, die die Kalksalze auflösen? 3. Was wird aus der Pulpa des Milchzahnes?

Zur **Beantwortung der ersten Frage** sind verschiedene Theorien aufgestellt worden.

Die für die Entstehung des Resorptionsorganes in Betracht kommenden drei Weichgebilde sich das Zahnsäckchen (Follikelsack), das Wurzelperiost (oder Knochenmark) und die Pulpa des Milchzahnes.

Zahnsäckchen- oder Follikeltheorie. Robin hält den Follikelsack des permanenten Zahnes für den Faktor, der auf die Alveole und die Wurzel des Milchzahnes resorbierenden Einfluß hat. Diese Ansicht vertrat schon früher Retzius (1838); das Zahnsäckchen des nachkommenden Zahnes schwillt an der Berührungsstelle mit dem Milchzahn zu einem sehr dicken gefäßreichen Körper an, der offenbar einen Saft absondert, der chemisch die Milchzahnwurzel aufzulösen imstande ist. Spencer Bate ist der Ansicht, daß das Schmelzorgan resp. die äußere Fläche der Kapsel des in Entwicklung begriffenen Zahnes Sitz der vaskulären Struktur werden kann, welche die Absorption bewirkt. Tomes (1861) stimmt dieser Meinung zu; nur möchte er die Absorption von seiten des Wurzelperiostes nicht als etwas Abnormes hingestellt wissen und eine Mitbeteiligung der Pulpa auch für möglich halten. Waldeyer (1871) führt aus, daß beim weiteren Vorrücken des Ersatzzahnes die letzte vom Milchzahnsäckchen abschließende Alveolenwand resorbiert wird; sofort beginnt nun eine Wucherung des Zahnsäckchens, unter deren Einflusse die Zahnwurzel allmählich mit Bildung von Howshipschen Lakunen bis auf die Krone resorbiert wird. (Vielleicht meint Waldeyer mit der Wucherung des Milchzahnsäckchens das Wurzelperiost des Milchzahnes, da das Zahnsäckchen um diese Zeit des Resorptionsprozesses längst verschwunden ist). Das junge Granulationsgewebe sezt sich dabei an die Stelle der Milchzahnwurzel. Der Rest der Pulpa des Milchzahnes verbindet sich mit dem erodierenden Granulationsgewebe, das nun seinerseits von dem wachsenden Zahne verdrängt wird, der dabei den Rest des Milchzahnes soweit verschiebt, daß dieser ausfällt. Auch Kölliker (1873) betrachtet das Resorptionsorgan als aus dem Follikelsack hervorgegangen und tritt ebenso für eine Mitwirkung des Wurzelperiostes ein.

Die Wurzelhauttheorie hat viele Anhänger: Bate, Kölliker, Tomes, Waldeyer, v. Metnitz, sonst Vertreter der Follikeltheorie, gestehen gleichzeitig dem Wurzelperioste eine Mitbeteiligung zu. Nur Kehrer (1867) schreibt der Wurzelhaut eine überwiegende Bedeutung zu; er sagt, daß die Einschmelzung darauf beruhe, daß das derbe Bindegewebe, welches die Wurzel überall umhüllt, die Wurzelscheide, an der Stelle der Einschmelzung wuchert, reichlich junge Zellen produziert und eine stark vaskularisierte Granulation erzeugt, deren Oberfläche mittels halbkugeliger, mit Gefäßschlingen versehener Wärzchen oder Zotten in die Erosionsgruben eingreift. Kehrer war der erste, welcher die Anschauung vertrat, daß die Wurzelhaut des Milchzahnes der Ursprung des Resorptionsgewebes sei. Treuenfels ist der gleichen Ueberzeugung, er bestreitet die Beteiligung des Follikelsackes

und stellt sogar die These auf, daß die Angaben der Vertreter der Follikelsacktheorie nicht auf Untersuchungen beruhen und lediglich Theorie seien. WEDLS (1870) Ansicht geht dahin, daß das Absorptionsorgan von dem Bindegewebe der Wurzelhaut des Milchzahnes und des zunächstliegenden Knochenmarkes aus wächst. EICHLER schließt sich dieser Ansicht auch an. BAUME (1885) spricht dem Knochenmark in erster Linie die Eigenschaft zu, daß aus demselben die Granulationen hervorgehen und die Wurzelhaut einschmelzen; die Wurzelhaut gehe an der betreffenden Stelle vollständig in Granulationen auf und scheine sich an der Wucherung zu beteiligen. Auch BRANDT 1890) schließt sich ganz dieser Anschauung an. v. METNITZ (1891), der seit TOMES die ausführlichste Arbeit über die Resorption der Milchzahnwurzeln geschrieben hat, kommt auf Grund eigener Untersuchungen zu der Ueberzeugung, daß das Knochenmark nicht die wichtige Rolle spielt, die BAUME letzterem einräumt, und daß hauptsächlich die Wurzelhaut und die Milchzahnpulpa das resorbierende Organ darstellen.

Pulpatheorie. Für eine Mitbeteiligung der Pulpa an der Resorption trat zuerst NESSEL (1856) ein. Er ist der Ansicht, daß der Druck, den der nachrückende Zahn auf die Beinhaut ausübt, die Ursache für das Absterben der Milchzahnwurzel ist. Die Entziehung des Nahrungsstoffes durch den Druck des nachrückenden Zahnes und ein gleichzeitig erhöhtes Leben führen zur Verflüssigung und Resorption der flüssig gemachten Wurzel. TOMES, WALDEYER, TREUENFELS traten nachträglich für diese Theorie ein. BERTEN (1900) dagegen erklärt, daß die Pulpa zur Resorption notwendig sei, und BAUME behauptet sogar, daß die Pulpa vor der Resorption ihre Vitalität einbüße. Demgegenüber muß aber konstatiert werden, daß die Pulpa bis ganz zuletzt ihre Lebenstätigkeit behält, wie schon KEHRER (1901) und TREUENFELS (1901) betonten; nach ABBOT (1899) reagiert die Pulpa sogar noch auf thermische Reize.

In neuerer Zeit hat ADLOFF (1904) und KALLHARDT (1904) wertvolle Beiträge zu diesen drei Theorien geliefert. ADLOFF erbringt unzweifelhafte Beweise für die Beteiligung der Pulpa an dem Resorptionsprozesse durch seine Untersuchungen an der rudimentären Milchzahnanlage bei Cavia cobaya, die nie in Funktion tritt und im Kiefer selbst wieder zur Resorption gelangt. Diese wird allein, von innen heraus, durch die eigene Pulpa zur Auflösung gebracht. KALLHARDT hat an Hundekiefern verschiedenen Alters die einzelnen Stadien nacheinander beobachten und darstellen können. Die Theorie dieses Autors basiert darauf, daß der Zahnkeim in seinem Wachstum einen Druck auf die benachbarten Gewebe ausübt und infolgedessen am Boden der Milchzahnalveole Knochenneubildung anregt; es entsteht auf diese Weise eine Schale von Compacta, welche gewissermaßen das Widerlager bildet, auf welches sich der wachsende Keim stützt und wodurch dann sein Durchbruch nach der entgegengesetzten Seite, also nach oben hin, stattfindet. Inwieweit diese Theorie Berechtigung hat, wird die Zeit lehren. Jedenfalls ergibt sich nach diesen neuesten Hypothesen die Tatsache, daß die Pulpa bei der Resorption eine hervorragende Rolle spielt, und daß Milchzähne mit zerstörter Pulpa wenig oder gar keine Resorptionserscheinungen zeigen.

Der Resorptionsvorgang bei der zweiten Dentition des Menschen läßt sich in kurzem dahin zusammenfassen, daß die Resorption

zuerst von der Außenseite des Zahnsäckchens besorgt wird, im Laufe der Entwicklung auf das Periodontium und von hier aus endlich im letzten Stadium des Prozesses auf die Pulpa übergeht. Jedenfalls steht fest, daß die Osteoklasten bei der Milchzahnresorption niemals fehlen.

Die Frage nach der **Herkunft der Osteoklasten** ist auch noch nicht definitiv beantwortet. Einige Autoren bringen sie mit den Blutgefäßen des Resorptionsorganes in genetischen Zusammenhang. Nach Wegener bilden sich diese Zellen durch Proliferation von Adventitiazellen. Nach Recklinghausen stammen sie von weißen Blutkörperchen ab. Pommer ist der Ansicht, daß sie nicht nur von den Osteoblasten herkommen, sondern auch von den Adventitiazellen der Blutgefäße, den Endothelien perivaskulärer Lymphräume und der Haversschen Blutgefäße selbst. Dieser Autor vertritt die Meinung, daß das Protoplasma aller Zellen, welche der Knochensubstanz nahe anliegen, unter Umständen osteoklastische Funktionen übernehmen können. Nach Schaffer ist das Vorkommen von Osteoklasten immer an die Gegenwart von Gefäßen gebunden. Auch v. Ebner leitet die Osteoklasten von den Zellen der Gefäßwände ab. Nach der Ansicht von Virchow und Rindfleisch geht jeder Osteoklast aus einem Körperchen des lebenden Knochens hervor, und auch Kassowitz sieht die Osteoklasten als Residuen des Knochengewebes an. Dagegen spricht aber schon von vornherein die Tatsache der Resorptionsvorgänge an den Milchzahnwurzeln und an künstlich implantierten Elfenbeinzapfen, welche in Knochen eingetrieben worden waren. Solche Elfenbeinstifte werden bekanntlich rauh und sehen wie angenagt aus. Von diesen letzteren hat Tillmanns geschrieben, daß ganz ähnliche Resorptionsgruben entstehen, wie am lebenden Knochen. Dieser Umstand zeigt doch ganz deutlich, daß die in Frage kommenden Kräfte bei der Resorption außerhalb des Knochengewebes zu suchen sind. Kölliker leitet die Osteoklasten aus Bindegewebszellen ab. Eichler bemerkt hierzu, daß diese Ansicht nicht ganz plausibel erscheint. Man müsse sich zunächst daran erinnern, daß es nicht nur die Myeloplaxen sind, denen die Resorptionstätigkeit allein zuzuschreiben ist, sondern es sind auch noch Rundzellen augenscheinlich hierbei tätig. Für die Herkunft der letzteren aus dem Bindegewebe sind aber ganz bestimmte Anhaltspunkte vorhanden. Schon nach dem histologischen Bau des Resorptionsorganes geht hervor, daß die Rundzellen aus der Proliferation des darunterliegenden ausgebildeten Bindegewebes entstehen. Diese Ansicht bestätigt auch Adloff, der bei seinen Untersuchungen konstatieren konnte, daß die Rundzellen des Pulpawulstes an geeigneter Stelle die Resorption vollziehen können. Nach Adloff nehmen auch die Odontoblasten, in welche die Rundzellen nach oben übergehen, an dem Resorptionsvorgange teil.

Wie die Herkunft der Osteoklasten, so ist auch das Endschicksal der letzteren verschieden, und Osteoblasten oder andere Zellen können aus ihnen hervorgehen. Die Ursache für die Entstehung der Osteoklasten bildet nach Pommer die örtliche Steigerung des Blutdruckes.

Die Wirkung der Osteoklasten ist eine ganz lokale, der Knochen schwindet in der Form von Howshipschen Lakunen (lakunäre Knochenresorption). Es können aus allen beliebigen Zellen der Bindesubstanz, welche die Zahnwurzel des Milchzahnes umgeben, Osteoklasten entstehen, und diese sind nach Preiswerk die direkte

Ursache der Resorption. Damit ist aber nicht ausgeschlossen, daß, wie bei dem Resorptionsvorgange des normalen Knochenwachstums, so auch hier aus Osteoblasten eine Umwandlung zu Osteoklasten erfolgen kann. Jedenfalls sind, schon wegen der Apposition von neugebildetem Knochen an die entstandenen Resorptionslakunen, eine große Menge von Osteoblasten vorhanden.

Was die **bei der Resorption wirkenden Kräfte** betrifft, so bringt nach den älteren Theorien von Rousseau (1839) und Nessel (1856) der permanente Zahn durch seinen Druck auf die Gefäße und Nerven die Milchzahnwurzel zum Absterben. Diese Ansicht ist ebenso alt wie veraltet und hat heutzutage wohl keine Anhänger mehr. Nach Adloff erfolgt die Resorption, wie schon oben erwähnt, durch das Resorptionsorgan mit seiner oberen Zellenschicht, nämlich den Myeloplaxen und Rundzellen, und eventuell auch Odontoblasten. Es bedarf jedoch noch der Aufklärung, ob hierbei noch eine mechanische Wirkung der oberflächlichen Zellen des Resorptionsorganes vorliegt und zwar in der Weise, daß die Zellen durch amöboide Bewegungen die Hartgewebe abreiben (Eichler), eine Möglichkeit, an die schon Wedl dachte. Wenn man jedoch erwägt, wie hart die hier in Frage kommenden Gewebe sind, im Gegensatz zu dem weichen Zellkörper, so wird man diese Erklärung als unmechanisch fallen lassen müssen.

Die Theorie, die Auflösung der Hartgewebe auf chemischem Wege zu erklären, hat viel Wahrscheinlichkeit für sich und Retzius (1838) schon sprach sich für diese Annahme aus, wie bereits bei der Follikeltheorie erwähnt wurde. Nach Tillmanns bilden die Osteoklasten wahrscheinlich Kohlensäure, wodurch die Kalksalze gelöst werden, und die restierende Grundsubstanz wird durch die Osteoklasten assimiliert und aufgenommen oder durch den Blut- oder Lymphstrom resorbiert. Die Ursache der vorhin schon erwähnten lakunären Knochenresorption suchte man teils in der Einwirkung einer Säure, teils in dem Drucke der umgebenden Gewebszellen resp. der Gefäße. Tillmanns behauptet, daß es wahrscheinlich die Kohlensäure ist, welche *in statu nascenti* während des Stoffwechsels in den Geweben den Kalk löst und daß dann die restierende entkalkte Grundsubstanz durch die alkalischen Gewebsflüssigkeiten aufgelöst wird. Bei einem entzündlichen Prozeß mit reichlicherer Vaskularisation ist die Kohlensäurebildung sehr gesteigert. Auch Schaffer hält die Kohlensäure des Blutes für das chemische Agens, welchem die Osteoklasten gleichsam als Filter dienen. Baume denkt sich das Blutplasma als chemisches Agens; ersteres hat bekanntlich die Fähigkeit, die Kalksalze, welche zum Aufbau des Knochens und der Zähne notwendig sind, vor der Ablagerung in Lösung zu erhalten. Ein chemischer Körper, welcher einen anderen in Lösung erhält, kann denselben unter gewissen Bedingungen wieder auflösen. Jene Bedingungen treten ein, sobald die Lebensfähigkeit des Zahnes verloren geht. Die Granulationen sind demnach die indirekte Ursache, vielleicht auch selbst die Folge des Substanzverlustes.

Auch die Milchsäure, die in den verschiedenen Teilen des Körpers vorhanden ist, wird als Lösungsmittel vermutet, hat aber ebenso wie die Kohlensäure den Nachteil der Wasserunlöslichkeit gegen sich. Die Milchsäure ist zudem am Resorptionsorgan bisher noch nicht nachgewiesen worden. Eichler betont, daß bei der im Körper herrschenden niedrigen Temperatur das Zahn-

bein in Milchsäure so gut wie unlöslich ist. Dagegen weist dieser Autor auf das mögliche Vorhandensein von Salzsäure hin, die sich an Ort und Stelle, analog den Belegzellen der Magendrüsen, im Protoplasma der Resorptionszellen selbst erzeugt.

Eine eigenartige Theorie weisen für diese so viel umstrittene Frage einige französische Autoren auf. Redier, Malassez und Galippe vergleichen nämlich den Resorptionsprozeß mit einer rarefizierenden Ostitis, bei der gleichfalls Resorption und Neubildung miteinander abwechseln, bis endlich der destruktive Prozeß überwiegt.

Eine noch größere Verwirrung herrscht unter den Odontologen in der **Lösung der dritten Frage, was aus der Pulpa des Milchzahnes wird.** Es seien hier die hauptsächlichsten Kontroversen in dieser Frage in kurzem angeführt.

Nessel hält den Druck, den der nachrückende Zahn auf die Beinhaut ausübt, für die Ursache des Absterbens der Milchzahnwurzel durch Entziehung von Nahrungsstoffen. Tomes meint, daß die Pulpa ihren Charakter ändert und absorbierendes Organ wird oder der wirklichen Papille Platz macht. Dieser Ansicht ist auch Eichler und v. Metnitz, welcher meint, daß die Pulpa, wenn sie nicht selbst Absorptionsorgan wird, wenigstens Platz für ein solches macht. Baume glaubt annehmen zu müssen, daß der Milchzahn seine Vitalität wenigstens teilweise eingebüßt hat, ehe der Resorptionsprozeß beginnen kann, denn an einem lebensfähigen Körper müßten die diesbezüglichen Bestrebungen der Kieferknochen scheitern. Am Anfang scheint der Milchzahn noch eine lebensfähige Pulpa zu haben, während später dieselbe bedeutend reduziert ist. Der Defekt erreicht schließlich die Pulpahöhle. Wenn nun bis dahin noch ein Gefäßzusammenhang mit der Milchzahnpulpa bestanden hat, so wird er jetzt unterbrochen. Der Zahn wird vollends atrophisch und mißfarbig. Nach Waldeyer setzt sich das junge Granulationsgewebe an die Stelle der Milchzahnwurzel; der Rest der Pulpa des Milchzahnes verbindet sich mit dem erodierenden Granulationsgewebe. Brandt hält den Resorptionsprozeß für einen nekrotischen Vorgang. Er kann nur an solchen Organen beobachtet werden, welche dem nahen Untergange geweiht sind, und so verhält es sich auch mit den Milchzähnen. Dieselben büßen bereits vor Beginn der Wurzelresorption einen nicht unbeträchtlichen Teil ihrer Lebensfähigkeit ein. Der beste Beweis hierfür sind die anatomisch nachweisbaren Veränderungen der Pulpa in diesen Zeiträumen. Dieselbe erscheint immer mehr und mehr atrophisch, so daß schließlich, bis der Prozeß zur Pulpahöhle gelangt ist, der Inhalt der letzteren, soweit er vorher nicht atrophiert ist, jetzt völlig der Ernährung entzogen und zerstört wird. Bödecker und Abbot finden, wie schon früher erwähnt wurde, die Pulpa bis zur Ablösung des Wechselzahnes lebensfähig und sogar temperaturempfindlich. Nach Jessen verliert die Pulpa infolge des Druckes auf den Milchzahn ihre Vitalität, die Gefäße atrophieren, die Pulpa geht zugrunde und die Milchzahnwurzel wird jetzt von innen nach außen gleichzeitig resorbiert. Rousseau ist ebenfalls dieser Ansicht.

Eingehende Untersuchungen über diese Frage hat in neuerer Zeit Treuenfels angestellt, daß die Erhaltung der Pulpa eine Vorbedingung für die normale Resorption der Milchzähne ist, und daß Zähne mit toter Pulpa wenig oder gar keine Resorptionserscheinungen

zeigen. Als Gesamtergebnis der Untersuchungen führt der genannte Autor folgende Kardinalpunkte für die Resorption der Milchzähne an.

Das sogenannte Resorptionsorgan entsteht in der Wurzelhaut des Milchzahnes unter dem Einflusse des wachsenden Ersatzzahnes. Die Resorption der Milchzähne erfolgt zuerst an der Stelle, welche der Spitze des nachfolgenden permanenten Zahnes zunächst gelegen ist, und schreitet in der Wachstumsrichtung des bleibenden Zahnes fort. Die Resorption befällt die harte Zahnsubstanz, und den in ihrem Bereiche liegenden Pulpateil zu gleicher Zeit. Die übrig bleibende Pulpa behält meist ihr normales Aussehen und ihre normale Funktion. In seltenen Fällen dringt das Resorptionsgewebe in den Pulparaum vor und vereinigt sich daselbst mit der Pulpa. Ferner findet sich öfters eine unaufgeklärte Einlagerung von Riesenzellen in die Pulpa bis zur Spitze. Die Pulpa ist aber wenig verändert. An der Stelle der Odontoblasten liegen in diesem Falle die Odontoklasten.

Lagerung der bleibenden Zähne vor dem Durchbruch.

Die Ersatzzähne lagern während der Entwicklung, wie schon erwähnt, hinter und unter den Milchzähnen und zwischen den Wurzeln der letzteren. Die Schneide- und Eckzähne liegen hinter den gleichartigen Milchzähnen, also lingualwärts von ihnen, während der erste perma-

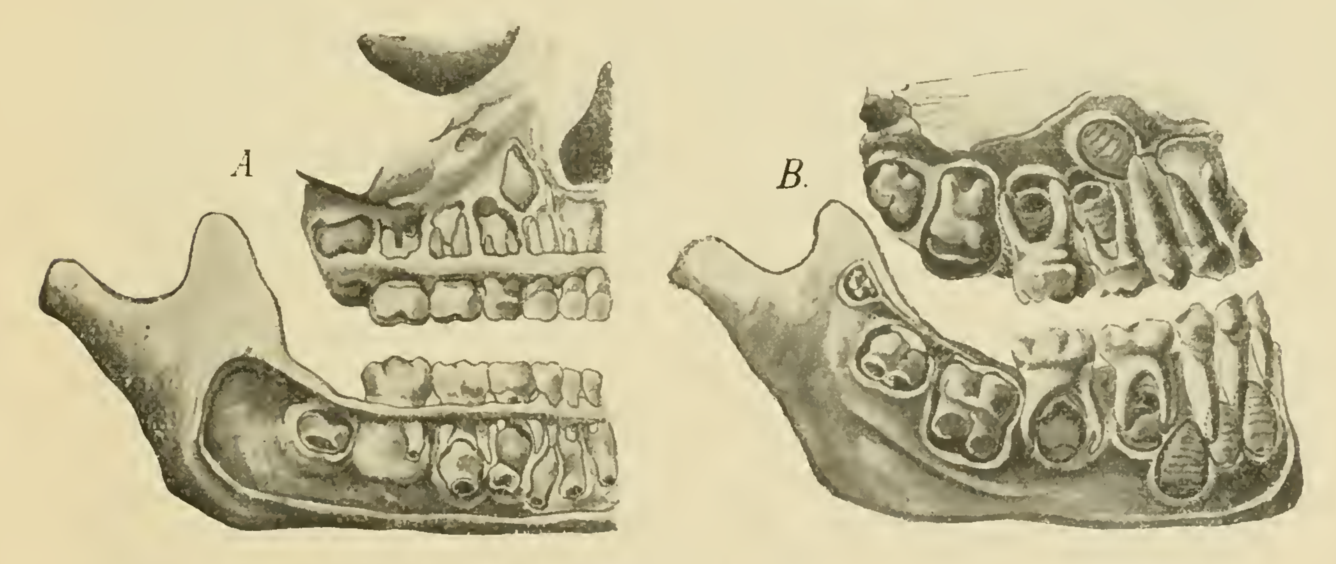


Fig. 40. **A Gebiß eines fünfjährigen Kindes mit den vollständigen Milchzahnreihen.** Die ganze Fazialwand des Kiefers ist bis auf einen schmalen Streifen entblößt, um die Zahnwurzeln und die Lagerung der Ersatzzähne zu zeigen. Die letzteren haben offene, noch nicht ausgebildete Wurzeln. **B Milchgebiß eines sechsjährigen Kindes,** mit den um diese Zeit entwickelten permanenten Zähnen.

nente Molar sich hinter dem Milchmolar befindet. Diese Anordnung entspricht dem geringen Raum, welcher für die Zahnanlagen vorhanden ist. Die umfangreichen Kronen der permanenten Molaren haben keinen Platz in dem kindlichen Kiefer, weshalb sie willkürlich durcheinander liegen, wo sie eben Platz finden, oder sich dachziegelartig übereinander schieben. Der meist stark entwickelte Eckzahn wird hoch hinauf bis unter die Orbita geschoben, mit der Längsachse medianwärts geneigt. Beim Heruntertreten drehen sich die Kronen etwas labialwärts, wobei die Achse des Zahnes eine mehr senkrechte Stellung einnimmt. Die Eckzähne des Unterkiefers liegen analog den oberen sehr tief und

mit ihrer Längsachse ebenfalls medianwärts geneigt. Beim Hinaufrücken dreht sich die Krone ebenfalls lateralwärts wie beim Oberkiefer, und während sie sich aufrichtet, rückt sie unmittelbar in den frei gewordenen Raum des Milchzahnes. Die beiden Prämolaren entwickeln sich erst, nachdem die Milchmolaren durchgebrochen sind und ihre Wurzeln ausgebildet haben; es liegt dann unter jedem Milchmolar zwischen den Wurzeln der entsprechende Ersatzzahn. Die permanenten Molaren folgen nacheinander hinter der Milchzahnreihe; ihre Zahnkronen rücken gegen die Mundhöhle vor, und jeder Lageveränderung passen sich unter Knochenneubildung und Resorption die provisorischen Alveolen an.

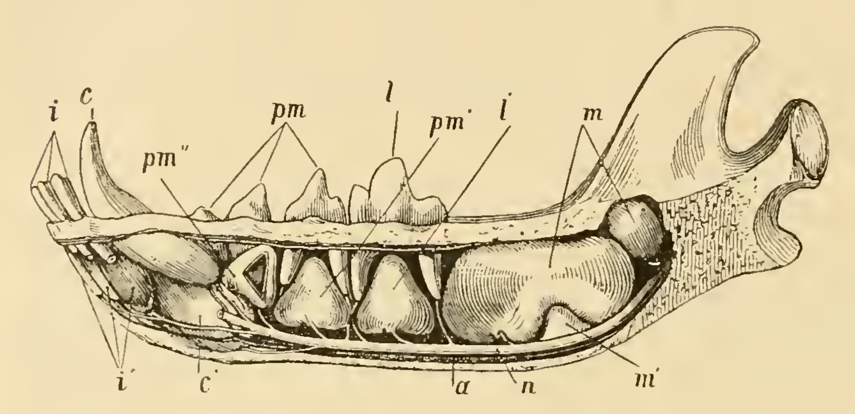


Fig. 41. **Zahnwechsel des Hundes.** Die äußere Wand des Unterkieferknochens ist bis auf einen schmalen Streifen entfernt. *i, c, pm, l, m* bezeichnen die Schneide-, Eckzähne, Prämolaren, Lückenzähne und Molaren, die *i', c', pm', l', m'* die entsprechenden Ersatzzähne. *pm''* mit geöffnetem Zahnsäckchen, *a* Arteria infraalveolaris, *n* Nervus infraalveolaris. Beide geben Zweige an Zähne und Zahnsäckchen ab. (Vgl. Fig. 42.) Nach SCHMARDA.

Wenn auch der durchbrechende Ersatzzahn die erste Ursache für die Resorption der Milchzahnwurzel ist, so kann dieser Prozeß, wie schon oben erörtert wurde, nicht lediglich auf den Druck der vorrückenden Krone zurückgeführt werden.

Der Durchbruch der permanenten Zähne.

Wie für das Erscheinen der Milchzähne, schwanken auch beim permanenten Gebiß die Durchbruchszeiten der Zähne. Auch hier gibt es Fälle von vorzeitigem oder verspätetem Durchbruch, die auf die ähnlichen Ursachen zurückzuführen sind, wie beim Milchgebiß. Nach TOMES und BAUME kann man folgende Durchschnittszeiten für den Durchbruch der permanenten Zähne aufstellen. Nachdem zwischen dem 6.—7. Jahre die permanenten 1. Molaren hervorgetreten sind, erscheinen vom 7. bis 8. Lebensjahre die zentralen Schneidezähne, zuerst im Unter-, dann im Oberkiefer; vom 8. bis 9. Jahre die lateralen Schneidezähne, zuerst die oberen, dann die unteren; vom 9. bis 11. Jahre der 1. Prämolar, und zwar der obere früher als der untere; vom 11. bis 13. Jahre der 2. Prämolar und die Eckzähne, erst die des Unter-, dann des Oberkiefers; von den Prämolaren erscheint zuerst der obere. In manchen Fällen brechen die Eckzähne früher durch, in anderen Fällen die Prämolaren; vom 13. bis 15. Jahre erscheinen die unteren, hierauf die oberen 2. Molaren. Die Durchbruchszeit des 3. Molaren, beim Menschen Weisheitszahn genannt, ist sehr schwankend und erfolgt oft vor dem 20. Jahre, meist zwischen dem 20.—25. Jahre; in seltenen Fällen noch später, bis zum 30. und 40. Jahre, oder diese Zähne erscheinen überhaupt gar nicht.

Dritte Dentition.

Das Vorkommen einer sogenannten dritten Dentition, *Dentitio tertia*, war schon im Altertum bekannt; von neueren Autoren haben Hunter, Bourdet, Fauchard u. a. Fälle von dieser eigentümlichen Erscheinung mitgeteilt. Trotz alledem ist es mehr als zweifelhaft, ob diese meist von den Patienten selbst geschilderten Fälle auf wirklichen Tatsachen beruhen und daß es sich nur um eine verspätete zweite Dentition handelt. Unter einer dritten Zahnung muß man natürlich die von einer ersten Anlage ganz unabhängige Entwicklung neuer Zähne verstehen; die Zahnkeime dürfen sich erst bilden, nachdem die Anlage und Entwicklung der Zähne des Milchgebisses und der zweiten Dentition gänzlich vollendet sind. Entstehen jene aber erst zur Zeit, wo die permanten Zähne durchbrechen, so muß man derartige Bildungen als retinierte Zähne ansehen. Man ist leicht geneigt, doppelt erschienene oder persistierende Milchzähne oder auch überzählige Zähne zu einer dritten Dentition zu rechnen. Es muß hierbei aber darauf hingewiesen werden, daß der Durchbruch von Zähnen nach Verlust der zweiten Zahnreihe kein vertikaler Ersatz ist, also auch nicht als Dentition zu betrachten ist. Baume erwähnt, daß es mitunter vorkommt, daß nach Extraktion eines Zahnes an derselben Stelle nach und nach kleine Zahnkörperchen durchbrechen. Wird solch ein Zahngebilde entfernt, so wächst ein zweites oder noch weitere nach. Dieses seltene Vorkommnis beweist nicht, daß diese Zahnkörperchen nacheinander angelegt sind; sie können sich auch gleichzeitig zur Zeit der zweiten Dentition entwickelt haben. Baume schließt die Möglichkeit einer dritten Dentition nicht gerade aus, meint aber immerhin, daß unter den in der Literatur veröffentlichten Fällen kein einziger unzweifelhaft dasteht, und daß beim Durchbruch von lange retiniert gewesenen Zähnen eine dritte Dentition leicht vorgetäuscht werden kann. Selbst da, wo mehrere Zähne im späteren Alter durchbrechen, darf man nicht vergessen, daß zuweilen auch Zähne in größerer Zahl retiniert werden. Busch hält eine dritte Dentition für eine übermäßige Verspätung der Durchbruchszeit von Zähnen des permanenten Gebisses, welche lange Zeit verborgen im Kiefer lagen, bis sie durch den Rückgang des Alveolarfortsatzes und des letzteren bedeckenden Zahnfleisches an das Tageslicht traten, ohne eventuell ihre Lage selbst im Kiefer verändert zu haben. Auch Scheff schließt sich dieser Hypothese an und bezeichnet die dritte Dentition als Ursache einer gehemmten Entwicklungszeit. Diese erleidet in ihrem Verlauf eine Störung, durch Aufhören der Absorption veranlaßt, wodurch der bleibende Zahn, der im Kiefer selbst seine Vollendung erfährt, retiniert wird. Scheff erklärt den Grund dieser Retention in folgenden drei Momenten: 1) Neben der Absorption der Zahngewebe kann es in deren Umgebung zu einer Knochenneubildung in dem Maße kommen, daß das Nachrücken des permanenten Zahnes unterbrochen wird; er bleibt in seiner Alveole unvollendet zurück und kann erst später, wo es zur Atrophie der Alveolen kommt, das Licht der Welt erblicken. 2) Der Zahnkeim kann, wie jedes andere Organ, durch ungenügende Ernährung in der Entwicklung zurückbleiben, was sich in allen Zähnen, welche zur angeblichen dritten Dentition gehören, schon makroskopisch nachweisen läßt. 3) Die Kiefer können in ihrem not-

wendigen Wachstum behindert werden, so daß der eine oder der andere Zahn wegen der Kürze des Zahnbogens keinen Platz hat, durchzubrechen, ohne daß er deshalb an einer anderen Stelle als sogenannter Ueberzahn zum Vorschein kommen muß. Wenn später das retinierende Moment wegfällt, so kann das dann erfolgende Emporsteigen des Ersatzzahnes wohl eine dritte Dentition vortäuschen. Röse äußert sich über diese strittige Frage folgendermaßen. In den meisten Fällen wird beim Menschen der Rest der Zahnleiste zur Bildung der permanenten Zähne verwendet; es ist jedoch leicht begreiflich, und es liegt die Möglichkeit nahe, daß nach Abschnürung der bleibenden Zähne noch Reste der Zahnleiste vorhanden sind, die bei Gegenwucherung aus dem Mesoderm die Möglichkeit zu einer dritten Dentition bieten. Diese Ueberreste der Zahnleiste selbst nach Abschnürung der bleibenden Zahnkeime geben eine befriedigende Erklärung für die Entstehung dieser dritten Dentition. Wir brauchen uns heute nicht länger der Ansicht zu verschließen, daß eine solche leicht wohl möglich ist, und dürfen mit ihrer wissenschaftlichen Begründung, die auf der zahnbildenden Fähigkeit der Zahnleiste und ihrer Reste beruht, einverstanden sein. Auch Eichler glaubt auf Grund verschiedener Fälle aus der Praxis, sich dieser Anschauung von Röse anschließen zu müssen. Jedenfalls müssen wir aber in Zukunft in Beurteilung solcher vorkommenden Fälle einer anscheinenden dritten Dentition etwas genauere Untersuchungen anstellen, um auch in dieser Frage zu einem mehr positiven Resultat zu gelangen.

Reduktion des Gebisses.

Wie früher schon erörtert wurde, zeigen die niederen Vertebraten eine sehr abwechselnde Bezahnung.

Den Fischen vor allem, die die reichste Dentition aufweisen, schließen sich die Amphibien und Reptilien an, bei welchen die Anzahl der Zähne schon bedeutend geringer ist, die auch mehr auf die Kiefer beschränkt bleiben und nicht, wie bei den Fischen, die ganze Mundhöhle besäen. Und bei der nächsthöheren Klasse der Säugetiere hört diese Massenbezahnung, bis auf einige wenige Ordnungen (Cetaceen, Edentaten), ganz auf. Die Reduktion der Zähne beginnt somit schon bei den Amphibien und ist bei den Batrachiern so weit ausgesprochen, daß der Frosch einen zahnlosen Unterkiefer und die Kröte einen ganz zahnlosen Mund besitzt. Es ergibt sich auch aus diesen Reduktionsverhältnissen, daß die Homodonten eine reichlichere Bezahnung zeigen als die Heterodonten, woraus Zuckerkandl folgert, daß die Säugetiere von polyodonten Vorfahren abstammen. Während deshalb auch viele Autoren das heterodonte Gebiß von einem homodonten ableiten, ist Leche der Ueberzeugung, daß die Homodontie bei den Säugetieren kein primitives Merkmal, sondern eine regressive Erscheinung ist. Die Edentaten besitzen von 26 bis zu 100 Zähnen, und die Wale können sogar 200 Zähne zeigen. Die typische Säugetierbezahnung weist 44 Zähne auf, und zwar 6 Schneidezähne, 2 Eckzähne, 8 Prämolaren und 6 Molaren in jedem Kiefer. Diese Zahnformel stellt aber durchaus nicht die Maximalzahl dar, da verschiedene Mammalien mehr als 44 Zähne besitzen, und dürfte daher auf eine noch frühere Stammform zurückweisen. Diese

typische zoologische Zahnformel paßt für die Mehrheit der heutigen Säugetierwelt nicht, da die wenigsten dieser Tiere 44 Zähne besitzen. ZUCKERKANDL betont, daß „eine Rückbildung einzelner Zahnindividuen“ eingetreten ist und daß dieser Rückbildungsprozeß bei manchen Gebissen auch heute noch im Gange ist, die sich schon innerhalb der homodonten Säugetierbezahnung von Generation zu Generation immer mehr geltend macht. Der Hund hat 3 Schneidezähne, 1 Eckzahn, 4 Prämolaren und 3 Molaren im Oberkiefer, und im Unterkiefer nur 3 Prämolaren außer den anderen Zähnen, so daß im ganzen nur 42 Zähne vorhanden sind; aus der typischen Formel fehlt jederseits ein Prämolar. ZUCKERKANDL konstatierte jedoch an einem italienischen Windhunde, daß dieser fehlende Prämolar durch Rückschlag wieder zum Vorschein kommen kann, womit das Kanidengebiß seine ursprüngliche Formel mit 44 Zähnen erreicht. SCHEFF hat bei Hunden sehr häufig das Fehlen des 1. Prämolaren sowohl im Ober- wie im Unterkiefer, bisweilen auch des 2. Prämolaren beobachtet, so daß sich die Zahnzahl auf 40—38 reduziert. Der Narwal (Monodon) bezitzt 2 Stoßzähne, von denen der eine die große Länge von 3—4 m erreicht, während der andere nur 18 mm lang ist; beim Weibchen verkümmern beide Zähne und verbleiben im Kiefer. Beim fötalen Narwal fand TURNER noch ein zweites Paar von Schneidezähnen, von welchen beim ausgewachsenen Tier keine Spur mehr vorhanden ist. Hyperoodon bidens zeigt im Unterkiefer zwei große kegelförmige Zähne, deren Spitze mit Schmelz bedeckt ist; dieselben brechen aber nicht ganz durch, sondern bleiben mehr oder weniger vollständig im Unterkiefer eingebettet; außerdem besitzt das Tier noch 12—13 Zahnrudimente, die ebenfalls lose im Zahnfleisch liegen bleiben. Auch die Ziphoiden charakterisieren sich durch ähnliche Zahnrudimente, ebenso die Cetaceen, welche im Unterkiefer nur 2 Zähne (in einem Falle 4) besitzen, die eine bedeutende Größe erreichen, obgleich noch andere rudimentäre Zähne sich am dichten Zahnfleisch gebildet haben; der Oberkiefer ist zahnlos. Die erwachsenen Bartenwale besitzen im fötalen Leben Zahnrudimente, die in Form globulärer Gebilde die Ränder des Ober- und Unterkiefers in einer Reihe besetzen, und die nach TOMES sehr rasch verkalken, aber in kurzer Zeit ausfallen oder resorbiert werden.

Auch bei den meisten heterodonten Säugetieren ist daß Gebiß ziemlich reduziert, und verschiedene Zahnsorten kommen überhaupt nicht mehr zur Entwicklung. Schon der Mensch liefert dafür Beweise, insofern der obere laterale Schneidezahn sehr oft fehlt und der obere Weisheitszahn augenscheinlich im Untergange begriffen ist.

Bei den Ungulaten fehlen die Anlagen der Schneide- und Eckzähne. Die Karnivoren zeichnen sich durch rudimentäre Zähne aus, namentlich reduzierte Molaren. Der sogenannte Reißzahn der Feliden zeigt nur zwei recht entwickelte Kronenzacken, und distalwärts eine rudimentäre dritte Zacke; letztere ist bei den Hundearten größer; die Hyänen zeigen kräftigere Kronenhöcker, die auch gleichmäßiger entwickelt sind, als bei den Kaniden; bei allen Hundearten ist der 3. Molar des Unterkiefers rudimentär; der obere fehlt, wie schon erwähnt, und kommt mitunter später zum Vorschein. Bei Canis cancrivorus soll der 4. Molar oft durch Rückschlag auftreten, was nach ZUCKERKANDL auch bei einheimischen Hundearten vorkommt; dieser Zahn stellt dann ein stiftförmiges Rudiment

vor, und das Gebiß hat 46 Zähne, d. h. 6 Schneidezähne, 2 Eckzähne, 8 Prämolaren und 6 Molaren im Oberkiefer, während im Unterkiefer anstatt 6 Molaren deren 8 vorhanden sind. Auch bei den Ursiden kommen verkümmerte Molaren vor, während der 1. und 4. Molar persistieren, bleiben der 2. und 3. Molar für die Lebensdauer selten erhalten. Bei den Meliden ist in beiden Kiefern der 1. Prämolar zu einem kurzen Zahnstift reduziert und kann auch oft gänzlich fehlen. Auch die Chiropteren zeigen vielfach verkümmerte Molaren. Ebenso ist die Erscheinung charakteristisch, wie einzelne Zähne auf Kosten anderer an Größe und Ausbildung der Form gewinnen können und wie bezüglich der letzteren bei den Cerviden selbst Hornprodukte in Konkurrenz zu treten beginnen.

Noch auffallender zeigt sich der Rückgang bei den Milchzähnen. Schon beim Menschen und den Anthropoiden ist das Milchgebiß lückenhaft, und nach Baume haben der 2. Prämolar und die zwei letzten Molaren der bleibenden Reihe keine Vorgänger. Baume wiederlegt damit die früher geltende Annahme, daß der 2. Milchmolar zu den Prämolaren gehöre, indem der Autor ganz evident nachweist, daß dieser Zahn der entschiedene Vorgänger des 1. Molaren ist und als einziger Milchmolar betrachtet werden muß. Bei anderen Tieren fehlen mehrere Prämolaren, und bei einer ganzen Reihe von Mittelgliedern schmilzt die relative Zahl der Milchzähne immer mehr zusammen, bis zu den Tieren mit gänzlichem Mangel aller Milchzähne. Aus den Erörterungen Baumes geht noch hervor, daß der 1. Milchmolar des Ober- und Unterkiefers beim Menschen Eigenschaften einer früheren Bildungsstufe bewahrt hat, welche im permanenten Gebisse durch andere Formen ersetzt worden sind; ferner bestätigen dieselben die Tatsache, daß sich das Milchgebiß des Menschen und der Anthropoiden ähnlicher sind, als ihre permanenten Zahnreihen.

Baume hat eine höchst interessante Darstellung jener Veränderungen gegeben, welche das Gebiß der Säugetiere der Jetztzeit allmählich erfahren hat, und demonstriert an einer Tabelle über die Zahnzahl der Raubtiere, unter Berücksichtigung fossiler Formen, wie die Prämolaren und Molaren zuerst an Größe und Form verlieren, dann an Zahl reduziert werden, so daß die Prämolaren von $\frac{4}{4}$ auf $\frac{2}{2}$ und die Molaren von $\frac{4}{4}$ auf $\frac{1}{1}$ herabsinken; wie demnach die minderzähnigen Formen aus den mehrzähnigen sich entwickelt haben, wobei gleichzeitig einzelne der stehenbleibenden Zähne an Größe und Schärfe gewinnen. Läßt sich aus der Vergleichung der hochspezialisierten Gebisse erkennen, daß der Abgang doch nur einzelne Zähne betrifft, so zeigt sich bei den Homodonten, daß der Verlust zu einem gleichmäßig ausgedehnten wird, wie wir schon weiter oben geschildert haben.

Bekanntlich hat Baume zuerst im menschlichen Gebisse zwischen den Wurzeln der Prämolaren schmelzlose, reiskorngroße Zahnmißbildungen entdeckt; diese entpuppen sich als die letzten, in seltenen Fällen zur Entwicklung gelangenden rudimentären Repräsentanten jener Prämolaren, welche an der typischen Zahl fehlen, und zwar sind es der 2. und 4. Prämolar, welche beim Gebisse des Menschen in Wegfall gekommen sind. Sie stellen jenes Stadium dar, in welchem, nachdem der einstige Zahn als formloses, aber schmelzbedecktes Gebilde noch viele Generationen hindurch vererbt worden war, die

Schmelzproduktion schon ganz aufgehört hat, während der Dentinkeim noch ein freilich sehr winziges, im Kiefer verborgen bleibendes Produkt liefert. BAUME sieht das Vorkommen dieser schmelzlosen Zahnmißbildungen ebenfalls als eine Erscheinung des Rückschlages an und führt auch das Auftreten der überzähligen zentralen Schneidezähne und als wahrscheinlich das aller übrigen Zähne auf den gleichen Grund zurück.

Wie schon erwähnt, hat der Mensch 12 Zähne weniger, als die Urformel aufweist, und zwar je einen Schneidezahn und 2 Prämolaren. Was letztere betrifft, so darf man annehmen, daß sie früher existiert, aber allmählich ihre äußere Form eingebüßt haben, dann alle Stufen der Reduktion durchgemacht, bis sie endlich zu ganz kleinen, unscheinbaren schmelzlosen Gebilden wurden, um dann ganz aus der Zahnreihe zu verschwinden. Bei dem fehlenden Schneidezahn ist die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, daß er nicht, wie die Prämolaren, im Gebisse vorhanden war; man ist aber nicht in der Lage, die einzelnen Phasen seiner Reduktion nachzuweisen, wie dies bei den Prämolaren an der Hand von bekannten und sich noch immer wiederholenden Beispielen möglich ist. Nachdem es ZUCKERKANDL gelungen ist, schmelzlose Zahnrudimente im Bereiche der Schneidezähne nachzuweisen, kann kein Zweifel mehr bestehen, daß auch diese Zahngattung eine Reduktion erfahren hat. Die in den Kiefern vorkommenden überzähligen Zähne — die Supplementärzähne — zeigen sich sowohl zwischen den beiden zentralen Schneidezähnen als auch zwischen dem zentralen und lateralen Incisivus, meist in Gestalt eines zugespitzten Griffels, oder eines Zäpfchens. Alle diese Mißbildungen können als die im Rückgange begriffenen fehlenden Schneidezähne angesehen werden. SCHWALBE spricht die Vermutung aus, daß die schmelzlosen Zahnrudimente von prälaktealen Zahnanlagen herrühren, und RÖSE wirft die Frage auf, ob sie nicht Rudimente der dritten Dentition darstellen. EIMER hat das Fehlen der oberen seitlichen Schneidezähne bei Affen beobachtet. ROSENBERG hat an 100 Gipsmodellen, die geeignete Unregelmäßigkeiten zeigten, und mit Zuhilfenahme der Literatur die Art der im Bereich der Schneidezähne des Menschen bisher abgelaufenen und der noch stattfindenden Reduktion zu ermitteln gesucht. Die abgelaufene Reduktion zeigt noch Spuren in atavistischen Befunden, die im Oberkiefer öfter vorkommen. MAGITOT bezeichnet jeden Zahn für atavistisch, während BUSCH nur solche dafür hält, die die Form normaler Schneidezähne bewahren und höchstens zu zweien nebeneinander vorhanden sind. VIRCHOW meint, daß die Ueberzahl immer einen atavistischen Charakter habe, wenn ein oder mehr voll ausgebildete Ueberzähne in der Linie vorkommen. ROSENBERG sucht die einschränkenden Definitionen von BUSCH und VIRCHOW entwicklungsgeschichtlich und vergleichend-anatomisch zu entkräften, so daß er auch die verkümmerten Schmelzrudimente als atavistisch gelten läßt, wenn solche in mehr als zwei Exemplaren vorkommen. Die Vergleichung seiner Präparate führte den genannten Autor zu einem überraschenden Resultat. Aus der typischen Gebißformel von 44 Zähnen soll durch Reduktion einer von den 3 Schneidezähnen verschwunden sein. Es fragt sich nun, welcher das ist. Nach HENSEL ist es der 3., nach BAUME und EDWARDS der 1., nach ALBRECHT, TURNER und WILSON der 3., der allmählich wegfiel. ROSENBERG glaubt, daß alle drei Angaben richtig sind.

Nach atavistischen Befunden habe das ursprüngliche Gebiß jederseits 5 Schneidezähne gehabt, wie bei Didelphys in der ersten Zahngeneration und bei Cynodracodon. Die Elimination braucht nicht alle 3 Schneidezähne zugleich betroffen zu haben, sondern kann allmählich erfolgt sein. Was die noch jetzt stattfindende Reduktion von Schneidezähnen im Oberkiefer betrifft, so weist die oft zu beobachtende rudimentäre Form und das auch nicht seltene Fehlen des lateralen Schneidezahnes darauf hin, daß dieser Zahn im Verschwinden begriffen ist. Die Schneidezähne des Unterkiefers sind weniger oft durch überzählige vermehrt, als die des Oberkiefers; wo es vorkommt, ist es öfter unabhängig von den oberen, selten zeigen Ober- und Unterkiefer zugleich überzählige Incisiven. Es läßt sich vermuten, daß auch im ursprünglichen Unterkiefer nicht wie heute 2, sondern wenigstens 4, vielleicht 5 Schneidezähne jederseits gestanden haben.

Scheff zeigt, daß eine Reduktion auch phyletisch verwertet werden kann, indem er die schmelzlosen Rudimente als reduzierte Zähne auffaßt, und führt hierfür die Wale an, bei welchen einst eine reichliche Bezahnung vorhanden war, während jetzt nur noch kleine schmelz- und formlose Körperchen vorhanden sind. In mehr allgemeinem Sinne spricht Talbot (1892) über die Reduktionserscheinungen sich aus; er behauptet, daß, je höher die Kultur entwickelt ist, desto häufiger und ausgesprochener treten die Degenerationszeichen an den Kiefern und Zähnen auf: Zurückbleiben des Unterkiefers in der Entwicklung, das häufige Fehlen der Weisheitszähne und die mangelhafte Ausbildung oder das gänzliche Fehlen der lateralen Schneidezähne. Vor allem sei die Mischung der Rassen schuld daran. Virchow und Nehring sind der Ansicht, daß die Milchzähne in älterer Zeit länger persistierten als heutzutage; auch Pruner-Bey (1865) fand, daß bei den Affen das Ausfallen der Milchzähne später erfolgt, als beim Menschen.

Die Höcker der Molaren.

Eine nicht weniger phylogenetisch wichtige Erscheinung, als die Reduktion der Zähne ist die Abnahme und Zunahme der Höckerzahl bei den Molaren.

Wie wir schon in früheren Kapiteln gesehen haben, hat Röse entgegen der Theorie, daß die Prämolaren und Molaren der Säugetiere sich aus dem einfachen kegelförmigen Reptilienzahn entwickelt wickelt haben, indem sich derselbe auf Kosten der Nachbarn allmählich vergrößerte, die Hypothese aufgestellt, daß die Molaren durch Verschmelzung einzelner Kegelzähne bezw. deren Anlagen entstanden seien, und die Schneidzähne wahrscheinlich je aus einem Kegel hervorgingen. Die Höcker, welche nach der phyletischen Entwicklung später auftraten, tun dies auch in der Ontogenese. Bei eintretender Reduktion der kompliziert gebauten Molaren läßt sich auch wieder das Verschwinden des zuletzt hinzugekommenen Höckers konstatieren, d. h. auf den Menschen übertragen: da, wo sich nur drei bezw. vier Höcker finden, statt der typischen Höckerzahl von vier im Oberkiefer und fünf im Unterkiefer, ist auch der zuletzt angegliederte Lingualhöcker bezw. der distale fünfte zuerst wieder verschwunden.

Die Tatsache der Reduktion der Höckerzahl und der Umstand, daß bei vielen Säugetieren, besonders bei den Lemuriden, drei-

höckerige Molaren vorherrschen, führte COPE (1886) zu der Theorie, das Auftreten von dreihöckerigen Molaren als einen Rückschlag der menschlichen Molarform auf die der Lemuriden zu erklären (Anaptomorphus). Diesen Vorgang bezeichnete COPE als *lemurine reversion*. Nach der COPEschen Tabelle zeigen die rezenten Lemuriden dreihöckerige Molaren, während die ausgestorbenen Tiere teilweise vierhöckerige besaßen. In der Gebißformel sind die Lemuriden den Anthropoiden und den Menschen sehr ähnlich. Vom menschlichen Gebisse finden keine Rückschläge auf die anthropoiden Affen statt, wohl aber auf die Lemuriden. Die lemurine Reversion, der Uebergang zum trituberkularen Typus, beginnt bei den Eskimos und dann bei den Angelsachsen und anderen Europäern. Daß die Italiener und Griechen dabei nicht mitgehen, rührt nach HUXLEY daher, daß diese aus einer Mischung von Aegyptern und Indo-Europäern entstanden sind. Nach COPE kommen vier Höcker an den oberen Molaren des Menschen nur bei den niedrigsten Menschenrassen vor (Malaien, Mikronesier, Neger). Bei Europäern und ihren amerikanischen Deszendenten überwiegen die Fälle, in denen 2. oder 3. Molar dreihöckerig ist (bei 20 unter 30 Europäo-Amerikanern). Die einzige Rasse, welche einen ähnlichen Prozentsatz von dreihöckerigen oberen Molaren darbietet, sind die Eskimos (21 auf 30). Die Frage, unter welchen Umständen die drei- oder vierhöckerige Form beibehalten wurde, beantwortet COPE in der Weise, daß überwiegende oder ausschließliche Fleischnahrung die mechanische Ursache für die Entwicklung des dreihöckerigen „Zustandes" ist. Doch hält dieser Autor es für wahrscheinlich, daß die dreihöckerigen Molaren durch das Zusammenwirken zweier Faktoren, eines physiologischen und daneben eines phylogenetischen, zustande kommt. GORJANOVIČ schließt sich dieser Auffassung an und hält COPES Hypothese für die plausibelste, da die vielen Variationen in der Reduktion der Höcker gewiß das Verdienst des verschiedenartigsten Gebrauches der Zähne gegenüber der Nahrung sind. ZUCKERKANDL bemerkt hierzu, daß von den verschiedenen Formen des schwindenden Höckers nicht jede als das Ergebnis eines spezifisch individuellen Gebrauches anzusprechen ist, sondern in den Bereich der Variabilität fällt, die bei reduzierten, ja sogar ganz außer Funktion gestellten Organen bekanntlich einen großen Spielraum zugewiesen erhalten hat. Dann muß im übrigen nicht gleich jedes Zeichen, welches beobachtet wird, zum Ausbeuteobjekt von phyletischen Spekulationen werden. ZUCKERKANDL hält die Anschauung COPES nicht für richtig, denn es besitzen nach einer Tabelle, die ersterer von 8 Lemuriden aufgestellt hat, diese Tiere sowohl dreihöckerige als auch vierhöckerige 1. Molaren; ferner kommen ähnliche Rückschlagsformen nach den Erfahrungen ZUCKERKANDLS bei den Anthropoiden nicht vor; dann ist es auch auffallend, daß die kultivierten Menschenrassen häufiger als die tieferstehenden von dem Rückschlage betroffen wurden; ebenso verschont die Reduktion den 1. oberen Molar, wozu, wenn es sich um Rückschlagsbildung handeln sollte, kein Grund vorliegt, und endlich kann man auf phyletischem Wege die Form mit drei in einer Reihe stehenden Höckern absolut nicht erklären. Die dreihöckerigen oberen Molaren des Menschen sind Reduktionsbildungen, deren Entstehung bloß physiologisch, nicht auch phyletisch zu erklären ist. Der dreihöckerige Molar des Menschen stammt also zunächst von einem vierhöckerigen ab. Der 3. Molar

ist häufig einwurzelig, seltener ist dies der 2. Molar. Die einfache Wurzel ist diesfalls als Zeichen der Reduktion in der Regel verkürzt und kegelförmig zugespitzt, seltener prismatisch oder zylindrisch geformt. Die prismatische Form hat dadurch Interesse gewonnen, daß von den untersuchten Zähnen des Krapinamenschen fast die Hälfte prismatisch geformte Zahnwurzeln besaßen, welcher Befund zu weitgehenden Behauptungen über die Abstammung des rezenten Menschen Anlaß geboten hat. Adloff hat auf Grundlage der Reduktion der Molarhöcker und der Neigung der Wurzeln zu Verschmelzungen, wie sie in diesem Grade beim rezenten Menschen nicht vorkommen, die Abstammung vom Krapinamenschen bestritten. Zuckerkandl bemerkt hierzu, daß der Prozentsatz der prismatischen Zähne beim Krapinamenschen ein ganz ungewöhnlich hoher ist, aber so weittragende Schlüsse aus der Form einer Zahnwurzel abzuleiten, ist bei der Variabilität der Zähne im allgemeinen und dem sekundären Charakter der Wurzeln, der, wie auch Röse bemerkt, zu phyletischen Spekulationen keinen Anlaß bieten darf, sehr gewagt. Topinard (1892), der sich übrigens sonst auf den Standpunkt von Cope stellt, bezeichnet den Uebergang des vierhöckerigen Typus zum dreihöckerigen als retrograde Evolution (Zahndurchbruch). In gewissen Fällen glaubt dieser Autor auch von Atavismus sprechen zu dürfen. Nach seinem Dafürhalten ist jedem Individuum ein bestimmter Weg zur Vereinfachung und Spezialisierung des Zahnes vorgeschrieben. Ebenso ist es bei den Prämolaren, bei denen sich auch eine retrograde Bewegung zeigt, ohne daß man sagen kann, der bikuspide Zustand der Prämolaren beruhe auf Atavismus. Topinard gelangt schließlich zur Ansicht, daß alle oberen Molaren dreihöckerige Formen annehmen werden. Nach seiner Ueberzeugung ist der vierhöckerige Typus aus dem dreihöckerigen entstanden, wobei die Crista obliqua der stehengebliebene Rand des ersten Zustandes ist.

Eine Zunahme der Molarhöcker erfolgt beim Menschen in Gestalt des fünften Höckers am oberen, und eines sechsten Höckers am unteren Molaren, sowie von interstitiellen Höckern am Molaren beider Kiefer. (Als interstitielle Höcker bezeichnet M. de Terra, im Gegensatz zu den Haupthöckern, solche Erhebungen der Kaufläche, die förmlich zwischen die Haupthöcker eingeschoben erscheinen und viel kleiner als die letzteren sind. Der sechste Höcker ist nach dem gleichen Autor als ein weiter entwickelter interstitieller Höcker zu betrachten.) Solche interstitiellen Höcker finden sich auch bei den Affen, ebenso wie ein fünfter und sechster typischer Höcker (beim Orang-Utan). Der fünfte Höcker der Molaren bei den Affen ist jedoch nicht identisch mit dem der menschlichen Zähne, der als Carabellischer Höcker bezeichnet wird, und den man als eine typische Bildung des menschlichen Gebisses betrachten muß.

Wenn man zwischen den beim Menschen und dem Orang-Utan vorkommenden überzähligen Höckern einen Vergleich ziehen wollte, so hat bei beiden diese Bildung die nämliche Ursache: die Tendenz zur Vergrößerung der Kaufläche, die bei den Affen alle drei Molaren, beim Menschen nur den 1. Molar betrifft. Der fünfte Höcker des menschlichen Molaren ist also keine pithekoide Erscheinung; ebensowenig sind die interstitiellen Höcker als eine solche anzusprechen, obgleich sie nach M. de Terra im kausalen Zusammenhange mit der pithekoid zu nennenden transversalen Furche stehen. (Die transversale

Furche, von anderen Autoren als Querfurche oder Fovea anterior und posterior bezeichnet, ist nur bei Affen beschrieben worden; an unteren Molaren findet sie sich meist in der vorderen, am oberen in der hinteren Partie des Zahnes; vielfach, besonders bei Europäern, ist diese Furche nur noch eine Grube — Transversalgrübchen — und gleicht dann in der Form der von SELENKA beschriebenen Fovea.)

Ueberzahl der Zähne.

Obgleich dieses Kapitel mehr in die Pathologie gehört, so kommen beim Menschen sowohl wie bei den andern Mammalien in der Bezahnung solche Unregelmäßigkeiten vor, die weniger in der mangelhaften Zahnentwicklung liegen und teilweise atavistisch gedeutet werden müssen. Ueberzählige Zähne sind bei allen Zahnsorten des menschlichen Gebisses beobachtet worden. Ob eine atavistische Bedeutung dem Auftreten von überzähligen Zähnen zukommt oder nicht, darüber sind die Odontologen verschiedener Ansicht. Im allgemeinen wird die typische Formel des Säugetiergebisses mit 44 Zähnen als Ausgangspunkt gewählt, während DIETLEIN (1894) seine Formel in 38 Zähnen zusammenfaßt, indem er behauptet, daß diese Zahl sich heute noch bei Marsupialiern, Ein- und Mehrhufern, Insektivoren, Karnivoren und Pinnipediern findet. Wie wir schon bei dem Kapitel der Reduktion der Zähne bemerkten, fehlen dem menschlichen Gebisse 12 Zähne an der typischen Formel von 44 Zähnen und zwar je ein Schneidezahn und zwei Prämolaren beiderseits in einem Kiefer. Nach OSBORN ist der 4. Prämolar als Molar aufzufassen. MAGITOT hält jeden supernumerären Zahn für atavistisch, und auch THOMPSON tritt für eine atavistische Deutung jedes überzähligen Zahnes ein und betont, daß den Zapfenzähnen ebensogut diese Bedeutung zukommt, wie den typischen Zähnen; sie seien nur unvollständig entwickelte typische Zähne, weil zu ihrer Ausbildung die nötige Naturkraft nicht mehr vorhanden sei. BUSCH will dagegen nur typisch ausgebildete überzählige Zähne als eine atavistische Erscheinung gelten lassen, wie z. B. einen 3. unteren Prämolar; er sieht das entscheidende Moment für eine atavistische Erklärung in der Innehaltung der typischen Zahl und Form und zieht für die übrigen überzähligen Zähne die Theorie der mechanischen Abspaltung heran. v. METNITZ spricht sich ähnlich aus. Ganz gegen die atavistische Auffassung überzähliger Zähne sind LECHE (1897), SELENKA (1898), ADLOFF (1903), STEHR (1904). Letzterer legt viel Gewicht auf die Erscheinung der Kieferverschmälerung. HENSEL behauptet, daß die Verminderung der Zähne der zukünftigen Geschichte der Species angehört, während die Vermehrung der Zähne in das Gebiet des Atavismus gehört. ZUCKERKANDL bemerkt hierzu, daß diese Behauptung wohl mit Vorsicht aufzunehmen sei. ADLOFF, ebenso RÖSE erklären den Ursprung der überzähligen Zähne aus zufälligen Ausläufern oder Ausbuchtungen der Schmelzleiste. Dieser Theorie widerspricht BRUNSMANN und hält auf Grund seiner langjährigen Erfahrungen seine Behauptung aufrecht, daß das Vorkommen typisch ausgebildeter überzähliger Zähne in vielen Fällen durch Atavismus zu erklären sei. RESPINGER vertritt den Standpunkt, daß die atypischen überzähligen rudimentären Zapfen nicht als atavistische Erscheinungen aufzufassen seien,

sie finden ihre Erklärung in der KOLLMANschen Annahme, daß es sich hier um zur weiteren Ausbildung gelangte sekundäre Sprossungen der Zahnleiste handelt. Dagegen sind alle typischen überzähligen Zähne, besonders wenn sie nach Form und Stellung mit den nach der theoretischen Erwägung im Laufe der phylogenetischen Entwicklung verloren gegangenen Gliedern der Zahnleiste übereinstimmen, als auf atavistischer Grundlage entstanden anzusehen.

Die überzähligen Zähne teilt man nach BUSCH in drei Gruppen ein: Zapfenzähne mit konischer Krone und konischer Wurzel; Höckerzähne mit höckeriger Krone und dütenförmiger Einsenkung der Oberfläche derselben; Ueberzähne von so weit ausgebildetem typischen Baue, daß man dieselben ohne Bedenken einer der normalen Zahngruppen zugesellen kann, die sogenannten Supplementärzähne. Die Grenzen, welche diese Gruppen trennen, sind keine sehr scharfen, und es ist oft zweifelhaft, in welche Gruppe man den überzähligen Zahn einreihen soll.

Im Milchgebisse sind die überzähligen Zähne selten; die Milchschneidezähne sind mitunter um einen oder zwei vermehrt; Zapfenzähne sind niemals vorhanden. Im bleibenden Gebisse sind überzählige Zähne häufiger im Ober- als im Unterkiefer. Eine sehr bemerkenswerte Eigentümlichkeit des Unterkiefers ist die, daß in demselben sehr selten ein Zapfenzahn oder ein Höckerzahn vorkommt, sondern meist Ueberzähne von ausgebildetem Typus. Im Oberkiefer überwiegen dagegen die Zapfen- und Höckerzähne.

Was nun die einzelnen Zahnsorten betrifft, an welchen überzählige Zähne beobachtet werden, so bietet die Gegend der oberen Schneidezähne alle Formen von Ueberzähnen. Die Zapfenzähne befinden sich innerhalb der Zahnreihe oder gaumenwärts von derselben. Innerhalb der Zahnreihe stehen sie zwischen den zentralen Schneidezähnen; oder auch an Stelle der lateralen Schneidezähne. Hinter der Zahnreihe kommen häufiger Höckerzähne vor. Auch die typische Form findet man unter den überzähligen Schneidezähnen, indem die lateralen um einen vermehrt sind. Im Unterkiefer kommen im Bereich der Schneidezähne selten überzählige Formen vor, und desfalls von der typischen Gestalt der Schneidezähne. Zapfen- und Höckerzähne sind im Unterkiefer nicht vorhanden. Nach SCHEFF sind die im Bereiche der Schneidezähne vorkommenden Zapfenzähne in Rückbildung begriffene fehlende Schneidezähne. Während überzählige Molaren bei kulturell niederen Rassen vorkommen können, so trifft man überzählige Schneidezähne mehr bei zivilisierten Völkern an, und während bei den Molaren die Geräumigkeit der Kiefer eine große Rolle spielt, so zeigen sich überzählige Schneidezähne auch bei gedrängter Zahnstellung; auch stehen diese Zähne öfter regelmäßig eingereiht, gegen die übrigen Zahnsorten. Der Platzmangel und die fehlende Energie der Entwicklung verleiht den überzähligen Schneidezähnen oft Eckzahnform, während die Molaren als Ueberzähne stets ihre Form behalten, wenngleich öfter im verkleinerten Maßstabe.

Ueberzählige Eckzähne haben nach ZUCKERKANDL keine atavistische Bedeutung, denn es gibt kein Tier mit mehr als einem Eckzahne in einer Kieferhälfte. Die oberen Prämolaren zeigen auch selten eine Vermehrung, im Unterkiefer sind diese Zähne oft durch einen vermehrt. Wie ZUCKERKANDL sagt, ist das Vorkommen eines überzähligen Eckzahnes bei Tieren ausgeschlossen. Im Gebisse

der Insektivoren ist es überhaupt äußerst schwer, sich darüber zu einigen, welcher Zahn als Eckzahn aufgefaßt werden soll, aber im Gebisse des Menschen hebt sich dieser Zahn unzweifelhaft als charakteristischer Eckzahn deutlich aus der Reihe der anderen Zähne hervor. Obschon somit das Vorkommen eines überzähligen Eckzahnes in Abrede gestellt werden muß, haben Scheff und Bastýř verschiedene Abbildungen von typischen überzähligen Eckzähnen beim Menschen veröffentlicht. Letzterer Autor meint, daß er die Existenz eines überzähligen Eckzahnes immer leugnete; er hat dann später durch Fälle aus seiner Praxis seine frühere Ansicht aufgegeben und gesteht nunmehr das Vorkommen solcher überzähligen Eckzähne zu. Auch Mummery hat einen überzähligen Eckzahn auf beiden Kieferseiten konstatieren können. Scheff verweist ebenfalls auf 4 Fälle in seiner Praxis und meint dabei, daß, wenn wir die atavistische Theorie zu Hilfe nehmen, wir eine Ueberzahl bei den Eckzähnen unbedingt leugnen müßten, heute jedoch, da dieses Moment vorliegt, muß auch die auf Unkenntnis der Tatsache basierende Theorie ausgeschlossen werden. Wallisch kann diese Hypothese nicht bestätigen und behauptet, daß in dem Auftreten überzähliger Eckzähne nur ein Widerspruch liegt, d. h. ein scheinbarer Widerspruch mit der Zahnform. Der atavistischen Theorie wird dadurch nicht nur nicht widersprochen, sondern dieselbe eher unterstützt. Der Autor führt durch weitere Schlüsse aus, daß nicht die Form dem Zahne den Namen gibt, sondern einzig der Ort, wo sich der Zahn befindet. Demgemäß sind beim Elefanten die großen Stoßzähne nicht etwa Eckzähne, sondern Schneidezähne, da sie im Praemaxillare stehen. Beim Maulwurf wird ein zweiwurzeliger oberer Zahn, der die Form eines Eckzahnes hat, als Schneidezahn bezeichnet, eben weil er im Zwischenkiefer steht. Wir sehen also, daß ohne Rücksicht auf die Zahnformen nur der Fundort maßgehend ist, und daß daher nur ein Zahn als Eckzahn angesprochen werden darf. Für die Form solcher scheinbaren Eckzähne finden wir eine sehr einfache Erklärung. Zuckerkandl sagt, daß der Eckzahn nichts anderes als ein kegelförmiger Backzahn ist; die zweite Zacke des Prämolaren ist, streng genommen, keine Neubildung, sondern ein bloß zur Entfaltung gelangtes höckeriges Tuberkulum. Ueberzählige Prämolaren können immerhin als Rückschlagsbildungen betrachtet werden, denn die Prosimien besitzen im Oberkiefer wie im Unterkiefer je 6 Prämolaren.

Die Prämolaren scheinen früher verloren gegangen zu sein, als die Schneidezähne, da sich im Bereich der ersteren, wie schon erwähnt, häufig schmelzlose Rudimente zeigen. Bezüglich der verloren gegangenen Prämolaren ist Thompson der Ansicht, daß zwischen dem 2. Prämolar und 1. Molar ein dreihöckeriger Zahn gesessen hat. Diese Ansicht ist bis jetzt noch nicht bestätigt worden, dagegen kann konstatiert werden, daß, wenn ein 3. Prämolar auftritt, dieser sich hauptsächlich an der erwähnten Stelle findet. Ein 3. Prämolar sowohl als Rudimente dieses Zahnes dürften nach Baume zweifellos atavistische Bedeutung haben. Dieser Autor sieht die schmelzlosen Zahnrudimente in der Gegend der Prämolaren als Rückschläge auf verlorene Zähne an; Röse hat diese Bildung verhältnismäßig oft beobachtet und mißt ihr keine phyletische Bedeutung bei, da sie überall vorkommen könne.

Was die überzähligen Zähne im Bereiche der Molaren betrifft,

so ist die bei Negern häufiger zur Beobachtung gelangende Ueberzahl an Molaren, obwohl sehr selten, in der kaukasischen Rasse gesehen und beschrieben worden. Häufiger ist, wie schon bemerkt, ein Fehlen der 3. Molaren.

Viel umstritten ist das Vorkommen und die Bedeutung eines vierten Molaren. Es ist erwiesen, daß die Platyrrhinen und einige Katarrhinen (beim Orang-Utan in 20 Proz. der Fälle nach Selenka) den 4. Molar besitzen, der sich von anderen überzähligen Molaren durch seinen scharfen Typus der Krone unterscheidet. Bei Negern hat man häufig einen 4. Molar gefunden, der meist wohlausgebildete typische Form aufweist. Busch meint, es sei nicht ausgeschlossen, daß gewisse Stammestraditionen, gestützt auf das Vorkommen des 4. Molaren bei Affen der alten Welt, herangezogen werden können. Schlosser hält den 4. Molar für nichts anderes als für den letzten Milchzahn bei den Placentaliern, der früher auftrat, weil er aus der Reihe der anderen Zähne gedrängt worden sei. v. Metnitz spricht sich gegen den atavistischen Ursprung des 4. Molaren aus und glaubt, daß dieser Zahn, ebenso wie die überzähligen Zähne überhaupt, als abgespaltener Keim der ersten Zahnanlage zu betrachten sei; man ist sonst leicht geneigt, diese Ueberzähne atavistisch zu deuten, als Hinweise darauf, daß die Vorfahren des Menschen ein reichlicher ausgestattetes Gebiß besessen hätten, dessen Rückwirkung auch jetzt noch hin und wieder überzählige Zähne hervortreten läßt, wie das ja bei anderen Gebilden, die im Laufe der langsamen Entwicklung verloren gegangen sind, in der Tat geschieht. Als das entscheidende Moment für einen atavistischen Rückschlag sieht Busch die Innehaltung der typischen Zahl und der typischen Form an. Wallisch konstatiert, daß der 4. Molar alle Formen eines überzähligen Zahnes zeigt, vom ausgebildeten typischen Bau bis zu einem epithelialen Rudimente. Man kann diesen Zahn, auch wenn er als Höcker- oder als Zapfenzahn auftritt, niemals als zufällig abgespaltenen Zahnkeim betrachten, sondern als eine atavistische Rückschlagsbildung. Man darf keinen Zapfen- oder Höckerzahn, wenn solche an anderen Stellen auftreten, als zufällige Keimspaltungen auffassen, sondern man muß sich, wie beim 4. Molar des Menschen, an die Theorie des atavistischen Rückschlages halten und sehen, ob überall die dafür erforderlichen Bedingungen erfüllt sind. Wallisch faßt die Gründe, die zur Annahme dieser Theorie berechtigen, in folgenden 5 Sätzen zusammen: 1) Für alle überzähligen Zähne des Menschen haben wir Analogien im Tierreich. 2) Die überzähligen Zähne treten an bestimmten Stellen in der Zahnreihe auf, sobald sie nicht durch besondere Einflüsse in eine andere Richtung gedrängt werden. 3) Wir sehen auch jetzt noch die sich vor unseren Augen vollziehende Reduktion der Zähne. 4) Ueberzähne treten sehr häufig in Familien durch Generationen auf. 5) Beim Durchgehen der Literatur finden wir keinen Fall von überzähligen Zähnen, der sich nicht in den Rahmen der atavistischen Theorie einfügen ließe.

Die Mehrheit der Autoren betrachtet das Auftreten des 4. Molaren als Rückschlagsbildung, wobei jedoch daran erinnert werden muß, daß man eine weit zurückreichende Form zum Vergleich heranziehen müßte, da die fossilen Affen auch nur 3 Molaren besitzen. Bolk sieht den 4. Molar als atavistische Bildung an und hält ihn für gleichwertig mit dem 3. Molar der Platyrrhinen. Dieser Autor kommt zu

der Annahme, daß das Gebiß der katarrhinen Primaten aus dem der Platyrrhinen entstanden ist, dadurch, daß bei letzteren der 3. Molar und ebenso der 3. Prämolar geschwunden sind, während der 3. Milchmolar seinen Charakter als Milchzahn verloren hat und zu einem permanenten Zahn geworden ist. Bolk nennt seine Hypothese die der terminalen Reduktion. Der Autor stellt die Behauptung auf, daß im Zukunftsgebiß der 2. Prämolar nicht mehr durchbrechen wird, der 2. Milchmolar wird persistent und zum permanenten 1. Molaren; dadurch dieser letztere zum 2. Molar und der 2. Molar zum 3. Molar; da dieser schwindet, bleibt die Anzahl der Molaren gleichwohl drei. Anderer Ansicht ist Selenka, welcher sowohl die Reduktion als auch die Zunahme der permanenten Schneide- und Backzähne zu den bedeutungslosen Varietäten rechnet; sie gehören zu den Seltenheiten, so daß Störungen als Ursachen dieser Anomalien gelten müssen.

Heredität.

Unter Heredität, Erblichkeit, Vererbung versteht man die allgemein bekannte Tatsache, daß Eltern auf ihre Kinder nicht nur den allgemeinen Typus ihrer Art und Rasse, sondern neben diesen ganz speziell individuelle Eigentümlichkeiten übertragen, d. h. vererben, eine Tatsache, auf welcher Darwins natürliche Zuchtwahl beruht. Diese vererbten, nur dem Individuum, nicht der Species und dem Genus eigentümlichen Eigenschaften können sowohl pathologischer wie physiologischer Natur sein. Es vererben sich gewisse Eigentümlichkeiten der Körperform, im allgemeinen, wie im besonderen. Größe, Kleinheit, Form der Nase, des Mundes, der Hand, der Haarfarbe, der Zähne etc., während auf pathologischem Gebiet Hasenscharten, Wolfsrachen, mangelhafte Zahnbildung, Zahnanomalien, Zahnstruktur usw. direkt vererbt sein können.

Man unterscheidet eine direkte und eine indirekte Vererbung. Letztere, wenn sie nicht auf Seitenverwandte, sondern auf Großeltern oder Urgroßeltern zurückgeht, wird als Atavismus bezeichnet. Im allgemeinen versteht man unter Atavismus die Vererbung, sei es bestimmte körperliche Form, sei es eine bestimmte Anlage physiologischer oder pathologischer Natur, derart, daß in dem Nachkommen Formen und Anlagen entfernter Ahnen, die mit der Zeugung des betreffenden Invividuums in keinem direkten Zusammenhange stehen, wiedererscheinen. In dieser Hinsicht spielt der Atavismus eine große Rolle in der Deszendenztheorie, indem eine plötzlich bei einem Individuum wieder auftretende, an und für sich nur einer mehr oder weniger weit entfernteren Generation angehörende Form der Anlage — atavistischer Rückschlag — bei richtiger Beobachtung einen sicheren Rückschluß auf die Abstammung des bezüglichen Wesens gestattet. Bei gekreuzten Rassen sind derartige Beobachtungen besonders häufig.

Als nach Veröffentlichung der epochemachenden Werke Darwins die Deszendenztheorie bei den Naturforschern zu fast allgemeiner Anerkennung gelangte, fand auch das Entwicklungsprinzip von Lamarck, das Darwin nicht gänzlich verwarf, wieder mehr Aufmerksamkeit. Die Hypothese einer Vererbung erworbener Eigenschaften fand mehr und mehr Zustimmung, besonders bei dem hervorragendsten deutschen

Befürworter von DARWINS Theorie: ERNST HAECKEL. Seit mehr als zwanzig Jahren ist in der Betrachtung dieser Frage ein großer Umschwung eingetreten, indem eine größere Anzahl neuerer Forscher die DARWINsche Theorie auf das entschiedenste bekämpft, unter ihnen auch A. WEISMANN. Soweit die Vererbungshypothese das Gebiet der Zähne streift, hat besonders WITTHAUS sich den Anschauungen von WEISMANN angeschlossen, während FENCHEL durchaus für die Theorie eintritt, daß erworbene Eigenschaften im menschlichen Gebiß vererbbar seien, wofür er eine große Zahl von Beweisen anführt. WITTHAUS bezw. WEISMANN gesteht den Einfluß der Vererbung zu, soweit die letztere angeborene Eigenschaften betrifft, und nur diese seien vererbbar, während jede andere Eigenschaft, und namentlich jede, welche einen physischen Rückschritt bedeutet, beim Menschen einzig dem Wegfall der natürlichen Züchtung und der Verbreitung durch geschlechtliche Kreuzung — Panmixie — zuzuschreiben ist. Die natürliche Züchtung sorgt bei allen im Naturzustande lebenden Wesen für die Entwicklung des Körpers in aufsteigender Richtung und merzt jede sich zeigende Degeneration aus, so daß deren Vererbung durch ihre Besitzer, welche durch sie in dem Kampfe um die Existenz benachteiligt sind, ausgeschlossen erscheint. Eine im Laufe des Lebens erworbene Eigenschaft soll dagegen einen Einfluß auf die Keimzelle und damit eine Vererbung nicht zu bewirken vermögen.

Auf die Verhältnisse am menschlichen Gebiß bezüglich, bemerkt WITTHAUS, daß die Vererbung eines schlechten Gebisses nur durch die Vererbung der Anlage zu einem solchen möglich sei, d. h. der Anlage zu mangelhafter Stellung, Struktur und chemischer Zusammensetzung.

FENCHEL bemerkt hierzu, daß demgemäß die Degeneration des menschlichen Gebisses ursprünglich durch ein ganz zufällig angeborenes schlechtes Gebiß, d. h. die Disposition zu einem solchen, entstanden und durch das allmähliche Geringerwerden der natürlichen Züchtung und durch Panmixie ihren jetzigen Grad erreicht habe; denn wenn wir die Vererbung einer erworbenen Eigenschaft in Abrede stellen, so kann das Angeborensein einer neuen Eigenschaft nur zufällig sein. Wir müssen hiernach annehmen, daß das erste zufällig angetroffene schlechte Gebiß sich durch geschlechtliche Kreuzung oder Panmixie auf die gesamte zivilisierte Menschheit übertragen hat, während früher die natürliche Züchtung für die Ausmerzung aller mit schlechtem Gebiß versehenen Individuen sorgte und bei den Naturvölkern zum Teil noch heute sorgt. FENCHEL zieht aus seinen Argumentationen den Schluß, daß erworbene Eigenschaften vererbbar sind, und zwar um so mehr. je früher dieselben erworben werden. Erworbene Eigenschaften sind vererbbar, sofern sie den physiologischen Bedürfnissen resp. Gewohnheiten des erwerbenden Individuums und seiner Erben entsprechen.

Beim menschlichen Gebisse müssen wir uns das Geschehen dieser Vererbung nicht dahin gehend vorstellen, daß in dem Keimplasma schon alle Eigenschaften der Zähne bezüglich Farbe, Form usw. enthalten sind, sondern nur die Entwicklungsrichtung ist in auf- oder absteigender Bahn, durch die chemische Zusammensetzung des Zellinhaltes angegeben. Das heißt, in den chemischen Qualitäten der Keimzelle ist das Bestreben enthalten, das formgebende Grundelement für die Zahnbildung mit solchen Eigenschaften auszustatten, die für die Erfüllung ihrer Funktion entweder günstig oder ungünstig sind,

im ersten Falle also starker Wachstumsenergie und kräftigem Assimilationsvermögen für Kalksalze und vor allem gesunder nervöser Veranlagung. Diese chemischen Qualitäten bilden den von Witthaus geforderten Organismus zur Vererbung erworbener Eigenschaften.

Es ist hier nicht der Ort, über die Frage des Darwinismus und über die Diskussion zwischen Witthaus und Fenchel sich weiter zu verbreiten; wir können nur das konstatieren, daß trotz allem durch äußere Einflüsse bedingte Variationen im Gebisse in den allermeisten Fällen auf Vererbung zurückzuführen sind. Es ist in der Praxis genügend erwiesen, wie zwei oder mehr Mitglieder einer Familie eine Eigentümlichkeit in den Zähnen aufweisen, die man sich nur durch hereditäre Einflüsse erklären kann. Daß derartige Anomalien nach Ueberspringen von ein oder zwei Generationen plötzlich wiederauftreten, darf als Beweis für die Vererbung gelten. Daß ferner somatogene Eigenschaften zu blastogenen werden können, zeigt die sogenannte Disposition zu kariösen Zähnen. Erfahrungsgemäß gehen im allgemeinen regressive Erscheinungen viel leichter als progressive auf die Nachkommen über, wie wir schon bei der Reduktion des Gebisses gesehen haben. Daß hingegen, wie Stehr behauptet, das Fehlen der lateralen Schneidezähne und das Aussterben des Weisheitszahnes lediglich als Entwicklungsstörung bei schwächlichen Individuen zu betrachten sei, dürfte denn doch bezweifelt werden. Es ist ja auch nicht Regel, daß eine Vererbung sich konstant von einem Gliede zum anderen in einer Familie fortsetzt; es ist sogar ein Ueberspringen von mehreren Generationen in diesem hereditären regressiven Vorgang häufig nachgewiesen worden; von den progressiven Bildungen aber macht nach M. de Terra der Carabellische Höcker eine Ausnahme, indem sich derselbe akkumulativ vererbt. Auch Amoedo findet, daß der Riesenwuchs der Zähne hereditär ist. Wallisch behauptet sogar, daß auch eine Ueberzahl von Zähnen vererbt wird. Was die Vererbung der Zahnformen als solche betrifft, so ist Röse der Ansicht, daß der Dentinkern im Höckerchen die wahre phylogenetisch vererbte Gestalt eines Zahnes viel unveränderter erhalte, als die Schmelzoberfläche.

Die Theorie der Heredität ist offenbar dazu bestimmt, zwischen extremen Gebißformen einen Uebergang zu vermitteln, besonders wenn man bedenkt, daß eine eingreifende Veränderung des Gebisses von einem Glied zum nächsten erfolgen kann.

Chemische Zusammensetzung der Hartgebilde des Zahnes.

So verschieden das Zahngewebe in histologischer Beziehung vom Knochengewebe ist, so verwandt sind diese beiden Gewebe in chemischer Hinsicht. Beide enthalten dieselben mineralischen Bestandteile. Das Zahnbein zeigt die chemische Zusammensetzung des Knochens. Der Schmelz enthält demgegenüber keine leimgebende Substanz und ist das an anorganischen Stoffen reichste und deshalb auch härteste Gewebe des ganzen Körpers. Die anorganischen Bestandteile bilden das Fundament für den Bau der Zähne, während die organische Substanz in sehr geringer Menge im Zahne enthalten ist. Die anorganischen Verbindungen sind Wasser und Salze: Chlornatrium, Fluorcalcium, Karbonate des Kalium, Phosphate des Natrium, Kalium-

resp. Calciumphosphat, Magnesiumphosphat, Calciumkarbonat, Fluorcalcium. Die Hauptbestandteile der Salze sind Phosphorsäure und Kohlensäure.

Die Frage, ob die Verbindungen dieser Stoffe ganz chemischer Natur sind, oder ob die letzteren bloß mechanisch gemengt im Zahne vorhanden sind, ist noch nicht entschieden; immerhin ist die Verbindung derselben eine äußerst innige. Trotzdem ist es aber doch verschiedenen Forschern gelungen, die drei Hartgebilde des Zahnes voneinander zu trennen, teils auf einfachem mechanischen Wege, teils chemisch, durch Behandlung mit Säuren, durch Glühprozesse oder durch Erhitzen mit Kaliumhydroxyd auf 200° in Glyzerin (Gabriel).

Das quantitative Verhältnis der verschiedenen Bestandteile untereinander, ebenso der organischen Verbindungen zu den anorganischen, ist bei den verschiedenen Zahnsubstanzen ebenso verschieden. Das Zement, welches im großen und ganzen dem gewöhnlichen Knochen entspricht, ebenso das Zahnbein enthält dem viel härteren Schmelz gegenüber leimgebende Substanz in großer Menge, ebensoviel organische Substanz, welch letztere beim Schmelz in viel geringerer Menge vorkommt, während die Mineralstoffe überwiegen.

Der Gehalt an organischen Substanzen variiert bedeutend nach dem Lebensalter des Individuums. Hoppe-Seyler hat im Schmelz eines Neugeborenen 22,29 Proz. organische Masse gefunden; beim jungen Schwein 9,71 Proz.; beim fossilen Rhinozeros 3,16 Proz. Nach den Untersuchungen von Kühns ist in den Zähnen von der Kindheit an bis zum Alter ein Sinken des Gewebswassers im Schmelz von 2,45—1,09 Proz. zu konstatieren, im Dentin von 10,46—9,04 Proz.; ein Steigen des Glührückstandes von 88,59—91,81 Proz. im Schmelz und von 65,39—68,56 Proz. im Dentin; dabei beobachtete dieser Autor ein Sinken des Magnesiagehaltes und ein Ansteigen des Kalkes mit zunehmendem Alter, und zwar bei beiden Substanzen. Die Analysen der verschiedenen Tierzähne, sowohl unter sich, als auch mit denen des Menschen verglichen, ergeben ziemlich große Differenzen. So enthält nach Tomes das Zahnbein vieler Säugetiere erheblich mehr phosphorsaure Magnesia als beim Menschen; nach v. Bibra sollen die Zähne der Pachydermen besonders reich daran sein. Berzelius fand außerdem beim Vergleich von Menschen- und Ochsenzähnen, daß im Schmelz der letzteren die relative Menge der Bestandteile derjenigen der übrigen Knochen analog sei, was beim Schmelz und Zahnbein des Menschen nicht zutrifft.

Der Schmelz, als die festeste und härteste Masse des ganzen animalen Körpers, besitzt nach Landois als organische Grundlage eine dem Eiweißkörper der Reptilien nahestehende Substanz. Ueber die Verteilung der organischen Masse ist durch den Nachweis der Kittsubstanz im Schmelz Aufschluß gewonnen, insofern im ausgebildeten Schmelz der interprismatische Kitt der fast ausschließliche Sitz der organischen Substanz ist. v. Ebner konstatiert auch, daß dieser Kitt relativ arm an Kalksalzen ist, da bei Einwirkung von Säuren organische Substanz in den Schmelzprismen selbst nicht erkennbar ist, wohl aber zwischen letzteren. Ebenso lassen sich Luftansammlungen, die beim Trocknen der Zähne zwischen den Prismen auftreten, sowie die scharfe Abzeichnung der Zwischenräume beim Erhitzen von Zahnschliffen leicht nur durch das Vorhandensein einer wasserreichen

kalkarmen Substanz erklären. Nach v. BIBRA kommen auf 3—6 Proz. organische Masse, welche nach Behandlung mit Säuren die Prismen- und Querstreifung zeigt, aber beim Kochen keinen Leim gibt, 80 bis 90 Proz. anorganische Bestandteile. Nach den Untersuchungen von HOPPE-SEYLER an Schweinszähnen ergibt sich folgende Tabelle:

	Unausgebildeter Schmelz	Ausgebildeter Schmelz
Calcium	89,09	94,30
Chlor	0,46	0,62
Magnesium	2,22	2,73
Lösliche Salze	0,24	0,15
Organische Stoffe	9,71	2,06

Nach den Experimenten, die R. SCHULZ über die chemische Zusammensetzung normaler Menschenzähne verschiedenen Alters gemacht hat, ergibt sich, daß die Aenderungen in der chemischen Zusammensetzung so gering sind, daß man das Schmelzgewebe als konstant zusammengesetztes betrachten muß. Schmelz erfährt eben als fertiges Gebilde keine Zu- und Abnahme der Mineralsalze; der Schmelz des zweijährigen Kindes hat die gleiche Zusammensetzung, wie die des siebzigjährigen Greises. Nur in der Entwicklung begriffener Schmelz zeigt einen beträchtlich höheren Gehalt organischer Substanz, wie aus der Tabelle von HOPPE-SEYLER hervorgeht:

	Neugeborener Mensch I	Neugeborener Mensch II	Neugeborener Mensch III	Pferd	Hund	Fossiles Rhinozeros	Fossiler Elefant
Anorganische Substanz	77,71	84,41	84,57	95,26	100,0	96,84	95,46
Organische Substanz	22,29	15,59	15,43	4,74	—	3,16	4,54
Calciumphosphat $Ca_3(PO_4)_2$	67,73	75,23	76,89	84,20	89,44	85,54	82,55
Calciumkarbonat $CaCO_3$	8,41	7,18	6,00	9,17	5,39	7,78	8,38
Calciumchlorid $CaCl_2$	Spur	0,23	—	0,66	0,80	0,65	0,44
Magnesiumphosphat $MgHPO_4$	1,57	1,72	1,08	1,33	4,96	1,63	2,01
Phosphorsaures Eisenoxyd	—	0,63	Spur	—	—	1,81	0,54
Calciumphosphat-Karbonat $Ca_{10}CO_3 6(PO_4)$	75,94	82,40	82,81	93,40	93,91	93,63	91,03

Was den kohlensauren Kalk betrifft, so bezeichnet HOPPE-SEYLER den kleinsten von ihm gefundenen Wert beim Hunde mit 5,39 Proz.; den größten mit 9,17 Proz. beim Pferde. Hieraus zieht dieser Autor den Schluß, daß im Schmelz auf 3 Atome Calciumphosphat 1 Atom Kalk kommt, welches an Kohlensäure gebunden ist. Dieses Verhältnis der beiden Salze ist auch von früheren Forschern für die Knochenasche im allgemeinen angenommen worden; aber es kommt dieses Verhältnis von 3:1 d. h. 3 $[(CaO_3) \cdot P_2O_5]$: $CaCO_3$ oder 10 Ca : 6 PO_4 nicht durchgängig im Schmelze vor. Die Untersuchungen anderer Physiologen ergeben dagegen keinen so hohen Gehalt an Calciumkarbonat. v. BIBRA fand im Schmelze des Menschen nur 4,37 Proz., während BERZELIUS 8 Proz. ausrechnet. Auch AEBY hat im Zahnschmelz des Rindes nur 4,8 Proz. gefunden. Seine Analyse zeigt folgende Werte:

Calciumphosphat	= 93,85 Proz.	96 Proz. nach HOPPE-SEYLER
Calciumkarbonat	= 4,80 „	
Magnesiumkarbonat	= 0,78 „	1,5 „ „ „
Organische Substanz	= 3,60 „	3,60 „ „ „

Die Tabelle nach v. Bibra lautet für den Schmelz im Backzahne:

	beim Manne	bei der Frau
Organische Substanz	5,97	3,59
Anorganische Substanz	94,03	96,41
	100,00	100,00
Calciumphosphat	89,82	81,63
Calciumkarbonat	4,37	8,88
Magnesiumphosphat	1,34	2,55
Lösliche Salze	0,88	0,97
Knorpel	3,39	5,97
Fett	0,20	Spuren
	100,00	100,00

	beim Erwachsenen	beim Kinde
Organische Masse und Wasser	3,5	14,0
Calciumphosphat	88,0	75,0
Calciumkarbonat	4,0	7,0
Fluorcalcium	2,0	2,0
Magnesiumphosphat	1,5	1,5
Andere Salze	0,5	0,5
	100,0	100,0

Bertz fand im Schmelz von Menschenzähnen durchschnittlich:

Organische Substanz	6,822	Proz.
Kalk	50,224	„
Magnesia	0,732	„
Phosphorsäureanhydrid	40,693	„
Schwefelsäureanhydrid	0,296	„
Fluor	1,089	„
	99,876	Proz.

Nach dieser Berechnung sollen hier, wie beim Zahnbein, Alkalimetalle, Chlor und Kohlensäure fehlen; im Schmelz wäre ungefähr halb so viel Magnesia und doppelt so viel Fluor enthalten, wie im Zahnbein.

Gabriel, welcher seine Untersuchungen des Schmelzes durch Behandlung der Zähne mit Glyzerin und Kalilauge anstellte, konstatierte, daß mit dieser Methode eine quantitative Abtrennung des Schmelzes vom Dentin ermöglicht wird. Die Asche von derart gewonnenem Schmelze an Rinderzähnen ergab folgende Werte:

Calciumoxyd	51,98	Proz.
Magnesiumoxyd	0,53	„
Kaliumoxyd	0,20	„
Natriumoxyd	1,10	„
Kristallwasser	1,80	„
Phosphorsäureanhydrid	39,70	„
Kohlensäureanhydrid	3,23	„
Chlor	0,21	„
Konstitutionswasser	1,17	„
	99,92	Proz.

(Konstitutionswasser wird durch Glühen mit Kohlensäure gewonnen, zum Unterschiede von Kristallwasser, welches durch

einfaches Erhitzen ausgetrieben ist.) Berzelius konstatiert, was später durch Hoppe-Seyler bestätigt wurde, daß der Schmelz beim Glühen auf der Außenseite viel weniger schwarz wird, als auf der Innenseite (Dentin), woraus Hoppe den Schluß zieht, daß die organische Masse im Schmelz ungleich verteilt ist und nach außen hin abnimmt.

Ueber das Vorhandensein von Fluor im Schmelz sind die betreffenden Angaben sehr variierend, und es wird meist nur davon gesprochen, daß „nachweisbare sehr geringe Mengen Fluor" vorkommen. Nach Berzelius enthält der Schmelz 4 Proz. Fluorcalcium; nach v. Bibra 2 Proz.; nach Bertz 1,09 Proz.; nach Hoppe noch weniger als 1 Proz. Nach den neueren Untersuchungen von Carnot, Gabriel, Wrampelmeyer, Kühns, Michel, Harms wird der prozentuale Gehalt an Fluor noch niedriger angegeben und differiert nach den verschiedenen Autoren von 0,29—0,2—0,1—0,05—0,006 (Harms). Man wird nicht fehlgehen, diese stark variierenden Resultate zum Teil der Ungenauigkeit des angewendeten Verfahrens zur Last zu legen und ebenso die Schwierigkeit der Fluorbestimmung mit der chemischen Eigenart dieses Körpers zu berücksichtigen. Zuverlässigere Resultate dürften nach Mauthner die neuen Methoden von Hempel und Scheffler geben, nach welchen Menschenzähne 0,19 (kranke Zähne) bis 0,52 Fluor in der Asche enthalten; sowie die nach Hempels Methode gewonnenen Werte von Jodlbauer; letzterer Autor fand in zentralen Schneidezähnen 0,26—0,32 Proz., in Molaren 0,33—0,35 Proz. Fluor; daß der Fluorgehalt zum größten Teil zum Schmelze gehört, ergibt sich daraus, daß in den Zahnwurzeln nur 0,11 Proz., in den Kronen (der Molaren) dagegen 0,31 Proz. Fluor konstatiert wurde, während Zahnschmelz allein 0,37 Proz. enthielt. Der Fluorgehalt ist von den vorderen zu den hinteren Zähnen steigend, was mit dem Verhältnis des Schmelzes zu den übrigen Bestandteilen des Zahnes zusammenhängt.

Chlor kommt im Schmelze in sehr geringer, aber bestimmbarer Menge vor, die Hoppe-Seyler in einer in Wasser unlöslichen Verbindung konstatieren konnte. Bei jungen, noch nicht durchgebrochenen Tierzähnen ist weder Chlor noch Fluor im Schmelze gefunden worden. Nach Gabriel ist der relativ hohe Chlorgehalt im Schmelze als ein Hauptcharakteristikum für letzteren zu betrachten.

Das **Zahnbein** enthält trotz seiner großen Festigkeit noch mehrere Prozente Wasser; es gleicht in seiner chemischen Zusammensetzung ganz dem Knochengewebe. Das Dentin besteht aus einer organischen leimgebenden Grundsubstanz, dem Kollagen, seinem formbestimmenden Substrat, und erhärtet durch einen ansehnlichen Gehalt an Kalk- und Magnesiumsalzen. Nach Tomes stellt die Grundmasse des Zahnbeines, nach Entfernung der Kalksalze unter Anwendung einer Säure, eine gelbliche Substanz von knorpelartiger Beschaffenheit dar, welche im trockenen Zustande ein hornähnliches Aussehen hat; die Grundsubstanz ist unlöslich und quillt im Wasser nicht auf; durch anhaltendes Kochen verwandelt sie sich in Gelatine und bildet (ebenso auch durch Behandlung mit Säuren) einen kleinen Rückstand, der nach Tomes aus Elastin besteht und zu ungefähr 2,7 Proz. in der getrockneten, entkalkten Grundsubstanz enthalten ist. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, daß diese Masse unmittelbar von den Wänden der Zahnkanälchen oder Neumannschen Scheiden her-

stammt; der ganze Rückstand besteht tatsächllch aus letzteren. Nach den Untersuchungen von Hoppe-Seyler konnte letzterer ebenso die feinen Zahnbeinröhrchen isoliert nachweisen, die demnach nicht aus leimgebender Substanz bestehen; auch von verdünnter Essigsäure werden sie nicht angegriffen. Sie verhalten sich analog den auf gleiche Weise isolierten Fortsätzen der Knochenkörperchen, welche von Hoppe der elastischen oder Hornsubstanz zugewiesen werden.

Das Verhältnis des organischen zum anorganischen Teile im Zahnbein wird sehr verschieden von den Autoren angegeben. Berzelius konstatiert im Dentin menschlicher Zähne an anorganischer Substanz 28 Proz., v. Bibra 28,70—28,01—21,00 Proz., Cohn 28,39 Proz. Nach Wibel seien diese Zahlen zu hoch gegriffen.

Berzelius gibt über die quantitative Zusammensetzung des Dentins folgende Tabellen an:

	Beim Manne	Bei der Frau
Organische Masse	27,61	20,42
Fett	0,40	0,58
Calciumphosphat und Fluorcalcium	66,72	67,54
Calciumkarbonat	3,36	7,97
Magnesiumphosphat	1,08	2,49
Andere Salze	0,83	1,00
	100,00	100,00

v. Bibra konstatiert:

Calciumphosphat mit Spuren von Fluorcalcium	66,72	67,54
Calciumkarbonat	3,36	7,97
Magnesiumphosphat	4,08	2,49
Lösliche Salze	0,83	1,00
Knorpel	27,61	20,42
Fett	0,40	0,58
	100,00	100,00

Bertz fand als Mittelwerte seiner Analysen:

Organische Substanz	29,150	Proz.
Kalk	38,180	„
Magnesia	1,508	„
Phosphorsäureanhydrid	30,244	„
Schwefelsäureanhydrid	0,378	„
Fluor	0,471	„
	99,931	Proz.

Gabriel fand die Mineralsubstanz des Dentins beim Rinde, welche durch Behandlung mit Glyzerin und Aetzkali vom organischen Teil getrennt wurde, folgendermaßen zusammengesetzt:

Calciumoxyd	50,36	Proz.
Magnesiumoxyd	1,83	„
Kaliumoxyd	0,14	„
Natriumoxyd	0,80	„
Kristallwasser	2,90	„
Phosphorsäureanhydrid	38,60	„
Kohlensäureanhydrid	3,97	„
Chlor	0,03	„
Konstitutionswasser	1,25	„
	99,88	Proz.

Nach Tomes ist das Zahnbein vieler Säugetiere reicher an phosphorsaurer Magnesia als beim Menschen. Es scheint aus den variierenden Analysen hervorzugehen, daß die Zusammensetzung keine gleichmäßige ist; doch kann man im allgemeinen annehmen, daß am meisten Calciumphosphat vorkommt; dann 3,5—8 Proz. Calciumkarbonat; der kleinere Rest besteht aus phosphorsaurer Magnesia und Spuren von Fluorcalcium.

Gabriel erkannte in dem durch Glühen mit Kieselsäure bestimmten Konstitutionswasser jenen Anteil der Zahnasche, der früher der Bestimmung stets entgangen war und zu einem unerklärten Analysendefizit von ungefähr 1 Proz. geführt hatte.

Das **Zement** ist, wie bereits erwähnt wurde, in seiner Struktur durchaus dem Knochen ähnlich und besitzt zweifellos auch dessen chemische Zusammensetzung. Für die Zähne des Menschen erhielt v. Bibra folgende Zusammensetzung:

Calciumphosphat mit Fluorcalcium .	58,73	Proz.
Calciumkarbonat	7,22	„
Magnesiumphosphat	0,99	„
Salze	0,82	„
Knorpel	31,31	„
Fett	0,93	„
	100,00	Proz.

Der geringere Härtegrad des Zementes gegenüber den beiden anderen Zahnsubstanzen beruht auf dem Verhältnis der anorganischen zu den organischen Bestandteilen. Durch Säuren werden dem Zemente die Erdsalze leicht entzogen, und es bleibt ein weißer Knorpel zurück, der sich leicht vom Zahnbein ablöst und beim Kochen gewöhnlich Leim gibt.

Underwood hat eine Tabelle aufgestellt, welche die quantitativen Verhältnisse des Zementes und des Knochens nach seinen Untersuchungen gibt:

	Zement		Knochen	
Organische Substanz und Wasser .	32	Proz.	33,5	Proz.
Calciumphosphat	57	„	51	„
Calciumkarbonat	7	„	11,5	„
Fluorcalcium	2	„	2	„
Magnesiumphosphat	1,5	„	1,5	„
Andere Salze	0,5	„	0,5	„
	100,0	Proz.	100,0	Proz.

Die Analysen des Zementes zeigen eine so nahe Uebereinstimmung, daß man dasselbe als ein Zahngewebe von gleichmäßiger Zusammensetzung ansehen darf. Das hypertrophische Zement zeigt eine dem normalen Zemente gleiche Zusammensetzung.

Nach den Analysen von R. Schulz ist das menschliche Zement durchgängig vom Dentin verschieden. Enthält das Zahnbein etwa 30 Proz. organische Stoffe, so betragen dieselben im Zement 40 Proz.; zeigt jenes einen Gehalt an Calciumphosphat von 66—68 Proz., so weist dieses einen Gehalt von 51,4—57,7 Proz. auf. Die Menge Calciumkarbonat ist durchweg bei weitem größer als im Dentin. Diese Resultate von Schulz weichen von denen von v. Bibra ab und

nähern sich eher den Analysen von FREMY. Beim Knochen schwankt die Menge der Mineralsubstanz zwischen 60—70 Proz., die der organischen zwischen 40—30 Proz. Was man also bisher nur aus der mikroskopischen Untersuchung schließen konnte, bestätigt die chemische Analyse, daß Zement wirklicher Knochen ist.

Die Nerven und Gefäße der Zähne.

Die Nerven sind ebenso wie die Gefäße in der Pulpa sowohl wie im Wurzelperiost gelegen und stammen von den benachbarten größeren Nerven- und Gefäßstämmen. Die **Nerven**, welche die Zähne versorgen, kommen vom N. trigeminus, dem stärksten Gehirnnerven, dem Empfindungsnerven für die ganze Seite des Gesichtes und des Kopfes. Der 2. Ast des Trigeminus, der N. maxillaris superior versieht die oberen Zähne, während der 3. Ast, der N. maxillaris inferior, für die unteren Zähne dient. Die Nerven gehen von den Stämmen in Bündeln ab, die mit der Zahl der Wurzeln korrespondieren, für welche sie bestimmt sind.

Fig. 42. **Nerven und Gefäße der Zähne.**

Der **N. maxillaris superior** ist ein rein sensibler Nerv, der aus der Schädelhöhle durch das Foramen rotundum des Keilbeines in die Fossa pterygopalatina geht und sich in drei Aeste teilt, von welchen zwei die Zähne des Oberkiefers versorgen; es sind dies der N. infraorbitalis und der N. pterygopalatinus. Letzterer tritt als sensible Wurzel zu dem Ganglion spheno-palatinum und gibt eine sensible, eine motorische und eine sympathische Wurzel ab. Der N. infraorbitalis verläuft mit den gleichnamigen Gefäßen durch den gleichnamigen Kanal und gibt in seinem Verlaufe verschiedene Zweige ab: die Nn. alveolares superiores posteriores, welche die oberen Molaren, das Zahnfleisch und das Periodontium versorgen; der N. alveolaris superior medius für die Prämolaren und die Nn. alveolaris superiores anteriores, welche zu den Eckzähnen und Schneidezähnen gehen. Die Posteriores zweigen vor dem Eintritt in die Orbita vom N. infraorbitalis ab, treten an der Tuberositas in den Kiefer ein und vereinigen sich durch Schlingen mit den Anteriores zu dem Plexus dentalis superior, welcher mit dem Plexus der anderen Seite anastomosiert. Von diesen Nervenschlingen — Arcus supramaxillaris — verlaufen feine Aestchen (die Medii) zu den Prämolaren ab. Bevor der Infraorbitalis in

das Gesicht tritt, bilden diese drei Aeste oberhalb der Eckzahnwurzel des Ganglion supramaxillare s. Bochdaleki. (SCHEFF und ZUCKERKANDL bestreiten die Bezeichnung Ganglion, insofern wirkliche Ganglienzellen fehlen.)

Der **N. maxillaris inferior s. mandibularis**, ein gemischter Nerv mit sensiblen und motorischen Fasern, tritt durch das Foramen ovale aus der Schädelbasis. Von seinen drei Aesten steigt der Endast, der stärksten derselben, der N. alveolaris inferior, mit den gleichnamigen Gefäßen zum Foramen mandibulare. Bevor er in den Canalis mandibularis eintritt, versorgt er den M. hylohyoideus mit motorischen Fasern. Durch das Foramen mentale verläßt dann der Nerv wieder den Unterkiefer, um die Haut der Unterlippe und des Kinnes mit sensiblen Zweigen zu versehen. Analog den Arterien zweigen auch hier während des Verlaufes im Unterkieferkanal Rami dentales inferiores (vom Plexus dentalis inferior) ab, welche die Pulpa, das Periodontium sämtlicher Zähne des Unterkiefers innervieren und Rami interalveolares für die Knochensepta abgeben.

Ueber die umstrittene Frage wegen Nervenendigungen in den harten Zahnsubstanzen haben wir schon in früheren Kapiteln gesprochen. Die in die Pulpa eintretenden Aestchen kann man bis zur Odontoblastenschicht verfolgen. Das Periodontium zeigt ein dichtes Geflecht markhaltiger und markloser Nervenfasern.

Was die **Gefäße** betrifft, so ist die A. maxillaris interna das Hauptgefäß, welches für fast alle Zähne und deren Nachbargebiet das Blut liefert. Aus dieser Hauptarterie entspringt aus dem dritten Abschnitt derselben die A. infraorbitalis, welche den Oberkiefer vaskularisiert. Diese Arterie verläuft durch den gleichnamigen Kanal zum Gesicht. Ihre Zweige sind die Aa. alveolares dentales superiores posteriores et anteriores. Die Posteriores ziehen durch feine Löcher der Tuberosität zu den hinteren Zähnen und zum Zahnfleisch; die Anteriores gehen nach der Oberkieferhöhle und zu den vorderen Zähnen; sie versorgen ebenso die Schleimhaut des Antrum. Oberhalb der Zahnwurzeln anastomosieren die Posteriores mit den Anteriores. Die Gefäße verlaufen im Innern von Kanälchen an der Wand des Oberkiefers und geben auch Zweige für das Periodontium und die Zahnpulpa ab.

Den Unterkiefer versorgt die aus dem ersten Abschnitt der A. maxillaris interna hervorgehende A. alveolaris inferior. Sie liegt lingualwärts im aufsteigenden Aste des Unterkiefers und geht durch gleichnamigen Kanal durch das Foramen infraorbitale zum Gesicht. Auch diese Arterie schickt Zweiggefäße, Rami dentales et interalveolares zu den Zähnen. Die Aa. interalveolares sind verhältnismäßig starke Gefäße und verästeln sich und bilden die Rami perforantes gingivales et alveolares, die das Zahnfleisch bezw. die Alveolen und das Wurzelperiost vaskularisieren. Die Gefäße des Periodontiums stehen in Verbindung mit den Gefäßen der benachbarten Knochenteile. Die Rami dentales dringen zusammen mit den Nerven der Zahnpulpa durch das Foramen apicale in die Pulpa ein und bilden in dieser ein reiches Gefäßnetz.

Die Venen der Kieferknochen begleiten die Arterienstämme und stimmen im Verlauf mit den Arterien überein. Die Venen neigen hier sehr stark zu Geflechtbildungen, selbst die starke Vena

alveolaris inferior löst sich in einen dichten Plexus auf, welcher die Arterie nach allen Seiten umspinnt. Alle Venen des Kiefers münden in den Plexus venosus pterygopalatinus internus, dessen Blut sich nach der Vena jugularis externa ergießt.

Das Vorhandensein von Lymphgefäßen in der Pulpa wird von Schweitzer behauptet. Nach diesem Autor gehen ein oder mehrere Lymphgefäße aus der Kronenpulpa hervor, welche die Wurzelpulpa durchsetzen. Ihre Abflußwege am Oberkiefer sind wahrscheinlich die Lymphgefäße, welche aus dem Foramen infraorbitale auf die äußere Kieferfläche heraustreten und zu submaxillaren Lymphknoten ziehen.

Befestigung der Zähne.

Obgleich die verschiedenen Arten der Befestigung der Zähne im Kieferapparat der Vertebraten nicht genau voneinander zu trennen sind, insofern es sehr viele Uebergangsstufen von der einen Methode zur anderen gibt und dadurch eine genaue und korrekte Klassifizierung unmöglich ist, so kann man nach Tomes vier Arten der Befestigung annehmen: 1. Befestigung durch Ligamente mittels einer faserigen Membran, 2. durch elastische Scharniere (hinged teeth), 3. durch Ankylosis, 4. durch Gomphosis.

Befestigung durch Ligamente.

Diese Befestigungsart ist bei gewissen Fischen, namentlich bei den Plagiostomen vorhanden, bei welchen die Zähne nicht in direkter Verbindung zu den knorpeligen mehr oder weniger ossifizierten Kiefern stehen, sondern einfach in die Mundschleimhaut eingebettet liegen. Die Schleimhaut wächst allmählich von unten herauf über die gekrümmte Kieferfläche, so daß die Zähne, welche vorher am unteren und inneren Rande sich befanden, wo fortdauernd neue sich entwickeln, nach einiger Zeit die höchstgelegene Stelle des Kiefers einnehmen, wie das bei der Bezahnung der Haie so deutlich vor Augen geführt ist. Das fibröse Ligament, durch welches jeder einzelne Zahn des Haifisches befestigt ist, ist nur ein Teil der Schleimhautschicht, welcher zur Dentinpapille gebraucht wurde. Es finden sich noch Spuren jenes Teiles der Schleimhaut, welche eine Fortsetzung der Basis der Zahnpapille ist und die nach und nach die ligamentöse Struktur angenommen hat. An der Basis der jungen Papillen jedoch ist kein solches fibröses Gewebe vorhanden, wohl aber sehr dichte Bänder an der Basis der völlig verkalkten Zähne.

Bei sehr vielen Fischen sind die Zähne an kurzen Knochensockeln mittels eines ringförmigen Ligamentes befestigt, welches aber nur eine geringe Beweglichkeit zuläßt. Diese Befestigungsart scheint auch bei allen Fischen vorzuherrschen, deren Zähne anscheinend ankylosiert sind, wie bei Sargus, beim Aal (Fig. 43); beim vollständig ausgebildeten Zahn ist diese Verbindung aber eine so innige, daß man die Befestigungsart nur während des Entwicklungsstadiums deutlich erkennen kann. Die auf diese Weise befestigten Zähne legen sich durch Druck von außen nach innen um, und dienen den Raubfischen zum Einfangen kleiner Tiere; letztere, durch das Wasser in den Mund getrieben, sind durch das Umlegen der Zähne gefangen und können nicht mehr aus dem Rachen entschlüpfen.

Befestigung durch Scharniere.

Während die Befestigungsart durch Ligamente nur einseitig wirkt, wobei das Band bedeutend verstärkt ist, repräsentiert die Befestigung durch Scharniere oder eine „biegsame Angel“ alle jene beweglichen Zähne, welche Tomes als hinged teeth bezeichnet hat. Die beweglichen Zähne, welche bei verschiedenen Fischen und Reptilien vorkommen, haben alle die Eigentümlichkeit, daß sie durch ganz minime Kraft niedergebogen werden können, in vielen Fällen rechtwinkelig zu ihrer aufrechten Stellung, um sich beim Nachlassen des Druckes augenblicklich wieder aufzurichten. Die Richtung des Niederbeugens geschieht immer nach dem Pharynx zu, so daß die Nahrung ungehindert verschluckt wird, dagegen nicht mehr in die Mundhöhle zurückgelangen kann. Derartige Zähne stellen immer leicht bewegliche spitze Kegel mit breiter Basis dar; der Vorteil dieser Befestigungsart ist am deutlichsten bei den viperinen Schlangen zu sehen. Im Prinzipe ist die Befestigungsart für alle solche Zähne gleich, nur ist der Mechanismus selbst bei den einzelnen Tieren modifiziert. Als eklatantes Beispiel hiefür stellt Tomes drei Fischgattungen auf, welche alle bewegliche Zähne besitzen, deren Mechanismus aber für jede Gattung verschieden ist.

Der Lophius piscatorius, ein überaus häßlicher Fisch, ist ganz Kopf und Mund und der übrige Körper verhält sich hierzu wie ein ganz kleiner Teil. Dieser Fisch, auch Angler genannt, galt früher als der einzige Fisch, welcher die Eigentümlichkeit dieser biegsamen „Angel“ in seiner Zahnbefestigung besaß. Er nährt sich von anderen Fischen, welche er fängt, indem er sich im Schlamme versteckt hält und auf seine Beute springt, die er ganz und lebendig hinunterschluckt. Rund um die Ränder seiner mächtigen Kinnladen zeigt sich eine äußere Reihe kurzer, scharfer, gekrümmter, mit dem Knochen ankylosierter Zähne, und eine innere Reihe mit längeren ebenfalls scharfen und gebogenen Kegeln, welche durch ein bewegliches Gelenk — durch eine biegsame Angel — befestigt sind, mittels dessen sie nach hinten gebogen werden können, um sich durch eigene Elastizität sofort wieder aufzurichten. Jeder Zahn ruht auf seinem eigenen Sockel, dem sog. Befestigungsknochen von Tomes, welcher analog allen anderen Befestigungsarten, ob es sich nun um anklyosierte, eingekeilte oder bewegliche Zähne handelt, sich nicht an einem vorher bestimmten Ort, sondern eben da entwickelt, wo der Zahn gerade hinkommt.

Der Merlucius vulgaris von der Familie der Schellfische, ein sehr gefräßiger Fisch von hechtähnlichem Aussehen, lebt hauptsächlich von Heringen. Auch er hat eine Reihe gelenkiger Zähne, welche ihm bei der Gewandtheit des Herings sehr zu statten kommen, und eine äußere Reihe kleinerer ankylosierter Zähne. Der gelenkige Zahn selbst stellt einen Hohlkegel von vaskularisiertem Dentin dar, der eine Schmelzspitze besitzt. Die dünne Endkante des Kegels erstreckt sich weiter hinab, als die verdickte, welche auf dem Befestigungsknochen ruht. Das sehnige Gelenk sitzt an der dünnen Kante und über derselben. Aus der verschiedenen Länge der Grundkanten ist auch erklärlich, daß der Zahn nicht gegen die rechte Seite umgebogen werden kann ohne daß das Ligament entweder ganz zerreißt oder sehr gezerrt wird; dies wäre aber leichter der Fall, wenn die beiden Seiten auf gleichem Niveau sich befinden würden. Die Pulpa

dieser Zähne ist reich an Gefäßen; wenn letztere, wie bei den meisten Zähnen, von unten in die Höhe steigen würden, könnten sie beim Niederbeugen des Zahnes gedehnt oder zerrissen werden; dieser Schwierigkeit ist aber dadurch begegnet, daß die Gefäße in die Bewegungsachse des Zahnes eintreten d. h. durch ein Loch in dem sehnigen Ligament durchkommen. Das Ligament ist die einzige Befestigung des Zahnes und in ihm liegt die Elastizität, welche die Rückkehr des Zahnes zur aufrechten Lage bewirkt.

Esox lucius, der Hecht, wirft sich auf seine Beute, die bei kleinem Umfange sofort im Rachen des Tieres verschwindet, oder wenn dieselbe groß ist, so faßt sie der Hecht quer mit den großen scharfen Zähnen, mit denen sein Unterkiefer bewaffnet ist. Bevor sie dann verschluckt wird, gebraucht der Hecht seine beweglichen Gaumenzähne, welche in drei ziemlich parallelen Reihen am Vomer und den Gaumenbeinen sitzen. Die mit dem großen Zahn aufgespießte Beute wird dabei so gedreht, daß sie der Länge nach in den Rachen gleitet; jede Bewegung der ersteren nach vorwärts wird durch die Mittelzähne, jede Bewegung nach seitwärts durch die Seitenzähne verhindert. Diese Zähne sind ebenfalls auf einer Seite mittels einer Sehne befestigt, während die andere Seite frei bleibt. Die Sehne besitzt keine Elastizität, sondern letztere wird, und zwar in hohem Grade, durch eine Menge Fäden verkalkten Gewebes erreicht, welche durch die Pulpakavität nach dem Befestigungsknochen laufen und in der Pulpa verkalken, während sie an ihrer Berührungsstelle mit dem Knochen weich bleiben.

Tomes gibt eine interessante Befestigungsart von Sargus ovis an, welche von den anderen beweglichen Zähnen etwas abweicht. Wenn die formative Pulpa den über dem Zahnfleisch befindlichen Kronenteil gebildet hat, so tritt durch eine eigentümliche Hemmung in der Entwicklung eine schwache Stelle zwischen Krone und Wurzel auf, derart, daß beim Präparieren eines Schnittes beide Teile entzwei brechen können. Bei der weiteren Bildung des Dentins entsteht eine Wurzel, welche mit weit offenem Ende verläuft, das durch lockere unvollkommene Knochenmasse geschlossen ist. Der Zahn selbst wird durch einen losen Aufbau von schwammiger Knochenmasse, welche die Stelle eines Periostes vertritt, umgeben, und so in einer Höhle von viel dichterer Knochensubstanz an seinem Platze festgehalten. Dieser schwammige Knochen rührt von der Ossifikation derselben Strukturen her, die gewöhnlich das Alveolarperiost bilden. Bei keinem Säugetier findet man eine ähnliche Befestigungsart, wo ein Zahn durch Verknöcherung seines Periostes in seiner Alveole ankylosiert ist.

Eine ähnliche Befestigungsart wie bei Lophius fand Tomes bei zwei Tiefseefischen: Bathysaurus ferox, welcher Scharnierzähne (hinged teeth) ohne besondere Knochensockel hat, und Odontostomus hyalinus, dessen Befestigungsart der Zähne ganz analog dem Angler ist.

Befestigung durch Ankylose.

Bei dieser meist typischen Befestigungsart aller Fische und der Schlangen sind die Zähne an ihrem Wurzelteil durch besonders gebildetes Knochengewebe fest verwachsen und es ist niemals eine mehr oder weniger gefäßreiche Membran, wie sie bei den anderen Befestigungen vorkommt, zwischen Zahn und Kiefer vorhanden. Diese Kno-

chenschicht, welche vom Kieferknochen stammt und nach Verlust des Zahnes wieder verschwindet, ist das nach Tomes benannte Bone of attachment, der schon erwähnte Befestigungsknochen, der entweder als Platte oder als Sockel vorkommt. Wenn, wie das oft der Fall ist, die innere Masse des Zahnes aus Osteodentin besteht, kann man schwer erkennen, wo ein Gewebe aufhört und das andere anfängt. Die Struktur des Befestigungsknochens ähnelt sehr stark dem unvollkommen entwickelten Osteodentin, mit sehr großen und unregelmäßig geformten Lakunen und zahlreichen feinen Ausläufern, die regelmäßig und konzentrisch zur Oberfläche geschichtet sind. Ueber die Entwicklung dieses Knochens ist noch nichts Bestimmtes bekannt. Einige Autoren, wie Hertwig, halten die Masse für Zement; Tomes hat nachgewiesen, daß der Befestigungsknochen als ein Fortsatz des Zahnes zu betrachten ist, insofern er gleichzeitig mit dem Zahn verschwindet und sich mit dem nachfolgenden Ersatzzahne von neuem entwickelt. Das Periost des übrigen Kieferknochens scheint einen bedeutenden Anteil an der Bildung dieser eigentümlichen Knochensubstanz zu nehmen, während die Zahnkapsel durch ihre Verknöcherung wenig dazu beizutragen scheint. Der Befestigungsknochen differiert in seiner Gestalt bei den verschiedenen Tieren.

Die Befestigung der Froschzähne wird so erklärt, daß letztere mit ihrer Grundfläche und äußeren Fläche in einer fortlaufenden tiefen Rinne liegen, deren äußere Wand höher als die innere ist. Dies ist nach Tomes keine ganz richtige Darstellung. Auf einem Schliffe sieht man, daß der Zahn an seiner äußeren Seite durch neue Entwicklung eines besonderen Knochens befestigt ist, der sich etwas über seine äußere Fläche hinzieht, und zur Unterstützung seiner inneren Wand springt aus dem darunter liegenden Knochen ein knöcherner Sockel hervor, der vollständig mit dem Zahne verschwindet, wie schon erwähnt, worauf dann für den nächsten Zahn ein neuer Sockel gebildet wird.

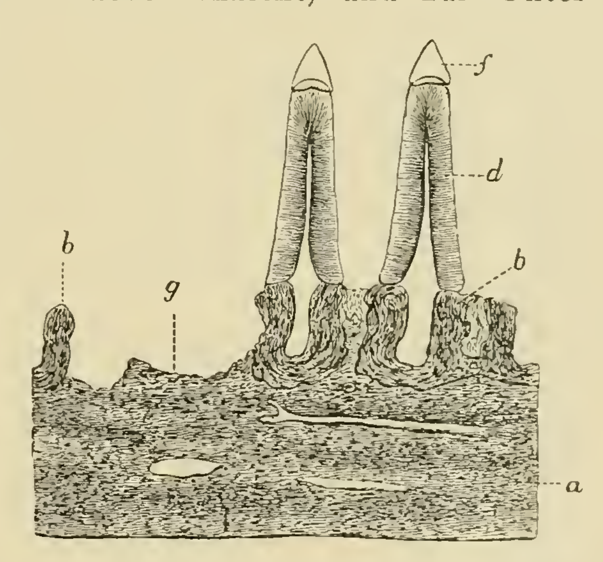


Fig. 43. **Unterkiefer mit Zahnfestigung bei** *Anguilla*. *a* Kieferknochen, *b* Befestigungsknochen, *d* Dentin, *f* Schmelz, *g* durch einen abgefallenen Zahn frei gewordener Raum. Nach Tomes-Holländer.

Wenn Zähne, wie bei manchen Fischen, mit bloßem Auge betrachtet, auf einer ebenen Knochenfläche aufzustehen scheinen, so zeigt die mikroskopische Untersuchung, daß jeder dieser Zähne in eine Vertiefung eingepflanzt ist, welche viel größer als der betreffende Zahn ist, während der übrige Raum durch neues, ganz besonders gebildetes Knochengewebe ausgefüllt ist; oder man sieht, daß die Zähne auf Sockeln stehen, die dicht nebeneinander liegen und deren Zwischenräume durch nicht ganz regelmäßig verkalktes Gewebe ausgefüllt sind. Diese letztere Befestigungsmethode findet sich beim Aal (Fig. 43), bei welchem jeder einzelne Zahn auf einem kurzen, hohlen Knochenzylinder ruht, dessen Schichtung ganz deutlich von dem übri-

gen Kieferknochen abweicht. Fällt der Zahn ab, so schwindet der Befestigungsknochen bezw. der hohle Zylinder bis zum Niveau des Kiefers. Tomes bemerkt dabei, daß man bei stärkerer Vergröße-rung Howshipsche Lakunen finden würde. Bei dieser Befestigungsart sind die Zähne nicht so fest, wie bei den Schlangen, insofern die Zahnkanälchen an der Basis nicht umgebogen sind und keineswegs mit dem darunter liegenden Knochen zusammenhängen, so daß sie sehr leicht abbrechen. Das zeigt sich namentlich bei Cestracion Philippi, bei welchem der untere Teil des Zahnes aus Osteodentin besteht, welches dem Knochen so ähnlich sieht, so daß eine Grenze zwischen Knochen und Zahn nicht zu erkennen ist.
einige Zähne der Gadiden. Bei Gadus aglefinus ruhen

Einen Uebergang zur Zahnbefestigung durch Gomphose zeigen die Zähne auf dem Befestigungsknochen, der die Form eines hohlen Zylinders hat, vielfach analog den Zähnen des Aales; doch stehen hier die Zähne nicht einfach auf diesem Zylinder, sondern sie gehen eine kurze Strecke in letzteren hinein, so daß vollständige Verankerungen gebildet werden, die sich auf den Rand des Zylinders stützen. Die Basis des Zahnes ist aber nicht verengert, sondern weit offen, so daß hier keineswegs von einer Wurzel die Rede sein kann. Die Pulpakammer ist eine Verlängerung der knöchernen Zylinderhöhle, in welche sie eine kurze Strecke hineingreift. Die knöchernen Stützen des Zahnes entstehen aus vielen Knochentrabekeln, welche gleichzeitig vom Kieferknochen unterhalb des neuen Zahnes heraufwachsen. Diese verschmelzen zu einem netzartigen Skelett, welches sich im Laufe des Verknöcherungsprozesses rasch ausfüllt. Nach Tomes' Untersuchungen sind folgende Verhältnisse bei allen Befestigungen durch Ankylose überall gleich, welche Verschiedenheiten immer auch das bloße Auge entdecken mag. Sobald der Zahn seine natürliche Lage einnimmt, wird er durch außerordentlich schnelle Knochenentwicklung festgehalten, und dieser Knochen wächst mehr oder weniger direkt vom Kieferknochen heraus, welcher durch den Zahn in irgendeiner unsichtbaren Art zu dieser Tätigkeit angeregt wird. Dieser so neugebildete Knochen differiert außerordentlich in seinen Dickenverhältnissen; auf keinen Fall ist es jedoch die Zahnkapsel, sondern das außerhalb von dieser befindliche Gewebe, welches dazu bestimmt ist, den Zahn durch Verknöcherung an seinem Platze zu halten.

Die Makrele, von der Familie der Skomberiden, bietet in ihrer Zahnbefestigung einen erkennbaren Uebergang zu der Befestigungsart durch Gomphose. Die Kieferränder sind dünn und wenig fleischig und obenauf befindet sich eine tiefe Rinne, in welcher die Zähne sitzen. Die scharfen Spitzen derselben ragen über den Kieferrand hinaus und die Zähne werden durch ein netzartiges Gerüst von Befestigungsknochen, die sich zwischen den beiden Kieferflächen und der inneren Knochenoberfläche entwickeln, festgehalten oder im gewissen Sinne an ihrem Platz „aufgehängt", denn sie sitzen mit ihrer offenen Basis nirgends auf, am allerwenigsten auf hartem Gewebe (Tomes).

Befestigung durch Gomphose.

Diese Form der Befestigung ist besonders bei den Säugetieren und dem Menschen und bei verschiedenen Reptilien (Krokodilen) und Fischen (Pristis) charakteristisch. Tomes meint aber, daß der

Charakter und die Entwicklung der Zähne in eigenen Alveolen bei Reptilien und Fischen noch genauer studiert werden sollten; was Ch. Tomes bei Kieferschnitten an einem jungen Krokodil gesehen hat, läßt ihn diese nicht in allen Punkten ähnlich mit den Alveolen der Säugetiere auffassen. Diese Alveolen entwickeln sich jedenfalls nicht in gleicher Weise um jeden einzelnen Zahn, sondern alle aufeinander folgenden Zähne treten in Alveolen auf und setzen sich in solchen fest, die bereits vorhanden sind. Obgleich es Tiere gibt, bei welchen eine Art falscher Einkeilung vorhanden ist, die darin besteht, daß der Zahn durch Ankylose an die Wand oder auf dem Grunde einer Alveole befestigt ist, so findet man doch niemals eine Ankylose bei den Zähnen des Menschen oder bei irgendwelchen Säugetieren, deren Zähne in typischer Weise in einer Alveole befestigt sind.

Bei der echten Gomphosis, wie eine solche beim Menschen vorhanden ist, befindet sich jeder Zahn in einem besonderen knöchernen Zahnfach, der Alveole, welche der Größe und Form der einzelnen Zahnwurzel entspricht. Die Alveolen entwickeln sich, wie schon in einem früheren Kapitel auseinandergesetzt wurde, mit der Bildung und dem Wachstum der Wurzeln, welch letzteren sie sich genau anpassen und sich bei ihrer Entwicklung gewissermaßen um sie herum bilden.

Diese Einkeilung der Zähne in Knochenfächern ist, wie schon gesagt, bei den Säugetieren und dem Menschen typisch; diese Verbindung zwischen Zahnwurzel und Alveole ist aber in keiner Weise mit der Ankylose zu vergleichen, wo die beiden Knochenteile fest miteinander verwachsen sind, während bei der Gomphosis das Periodontium die beiden Knochen voneinander trennt.

Die Zahnformel.

Die für den Systematiker höchst wichtige Zahl, sowie die Form und Stellung der Zähne bei den Säugetieren wird durch die Zahnformel dargestellt. Die Fassung dieser Formel wird von den verschiedenen Zoologen ebenso verschieden bezeichnet. Im Prinzip gelten folgende Bestimmungen für die Aufstellung einer Zahnformel.

Da bei den Säugetieren die Zahnreihen auf beiden Seiten, d. h. auf der rechten und auf der linken Kieferhälfte vollkommen symmetrisch sind, so genügt es für die Formel, jeweilen nur eine Seite zu bezeichnen. Durch die Stellung der Zahlen über und unter einer horizontalen Linie gibt man in der Formel die obere und die untere Reihe bezw. die Zähne des Ober- und Unterkiefers an; da man die Zählung von vorn bezw. von den Schneidezähnen aus beginnt, so ist durch die Reihenfolge der Zahlen der Unterschied von den einzelnen Zahnsorten, d. h. Schneidezähnen, Eckzähnen, Prämolaren und Molaren scharf genug gekennzeichnet, wenn man zwischen die betreffenden Zahlen ein Kreuz setzt, oder der noch größeren Deutlichkeit halber die Anfangsbuchstaben der lateinischen Namen vor jede Zahl setzt. Die Bezahnung des Menschen würde demnach für die 2 Schneidezähne, *Incisivi*; den Eckzahn, *Caninus*; die 2 Prämolaren, *Praemolares*, und die 3 Molaren, *Molares*, so lauten: $I\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{2}$ $M\frac{3}{3}$ oder $\frac{2+1+2+3}{2+1+2+3}$. Wir haben für den speziellen Teil dieses Buches die Bezeichnung durch Buchstaben gewählt, wie

solche allgemein üblich ist, um so mehr, als man gleichzeitig das Milchgebiß durch die kleinen Buchstaben deutlich bezeichnen kann; das menschliche Milchgebiß ist demnach durch folgende Formel kenntlich: $i\frac{2}{2}$; $c\frac{1}{1}$; $m\frac{2}{2}$.

In manchen Fällen sind bei verschiedenen Tieren, bei denen eine genaue Bezeichnung für die Prämolaren und Molaren nicht praktisch erschien, beide Zahnsorten als „Backzähne" zusammengefaßt und durch den Buchstaben B in der Formel ausgedrückt worden.

Ferner gibt es bei dem Raubtiergebiß noch gewisse Zähne, die nach ihrer Stellung im Kiefer oder durch ihre Funktion eine besondere Benennung erhalten haben, für welche dann der Anfangsbuchstaben des deutschen Wortes in die Formel gesetzt wird: Lückenzahn = L; Fleisch- oder Reißzahn = R; Höckerzahn = H.

In Fällen, wo über die Zahl einer Zahnsorte Schwankungen existieren, wird hinter der geltenden Zahl die andere Zahl in Parenthese beigefügt. Die Formel $I\frac{(0)\,3}{(0)\,3}$; $C\frac{0\,(1)}{1}$; $P\frac{4}{4}$; $M\frac{3}{3}$ bedeutet also, daß in der oberen Reihe 3 Schneidezähne vorhanden sind, die aber auch ganz fehlen können; an Eckzähnen ist bisweilen einer erschienen, meist fehlt derselbe; Prämaloren sind zu 4, Molaren zu 3 beiderseitig vorhanden. Im Unterkiefer ist bei den Schneidezähnen und den Backzähnen das gleiche Verhältnis wie im Oberkiefer vorliegend, nur ist der Eckzahn konstant vorhanden.

Für andere Abkürzungen in der Bezeichnung der Zahnsorte und der Stellung in den Kiefern gelten ebenso die Anfangsbuchstaben der lateinischen Benennung der Zähne, wobei die Ordnungszahl des betreffenden Zahnes unter oder über einem wagrechten Strich angebracht ist, je nachdem es sich um einen Zahn des Unter- oder Oberkiefers handelt; dieser Strich kann auch fortbleiben. M^2 heißt also der obere 2. Molar; P_4 der untere 4. Prämolar; I^3 der obere 3. Schneidezahn; m^2 der obere 2. Milchmolar usw.

Im vorstehenden speziellen Teil wird die Bezahnung der Vertebraten nach der Einteilung der letzteren in Klassen oder Tierstämme, Ordnungen, Unterordnungen, Familien und Gattungen beschrieben werden, wobei die anatomischen Merkmale besonders berücksichtigt sind, während die rein histologischen, entwicklungsgeschichtlichen und physiologischen Eigenschaften des Gebisses nur, soweit es für einzelne Vertebratengruppen notwendig erscheint, berührt werden, da in der Hauptsache in der I. und II. Abteilung diese für die verschiedenen Tierzähne charakteristischen Verhältnisse eingehend besprochen worden sind.

III. ABSCHNITT.

Die Zähne nach den Klassen des Tierreiches.

I. Klasse.

Die Fische.

Die Rachenhöhle der Fische zeichnet sich nicht nur durch ihr bedeutendes Volumen, sondern auch durch ihren Reichtum an Zähnen aus, wie solche in keiner anderen Tierklasse vorkommen. Die nur selten fehlenden Zähne (z. B. bei den Lophobranchii, dem Stör), kommen nicht nur auf den Kiefern vor, sondern auch auf allen anderen Teilen der Mundhöhle und des Rachens (als Pharyngealzähne). Im Unterkiefer bilden die Zähne in der Regel nur eine Bogenreihe. Die Zähne sind wurzellos und meist auf den Knochen angewachsen oder in der Schleimhaut durch Ligamente befestigt (Salarias, Lophius, Poecilia, Esox, Merlucius, Gadus) und kommen in den verschiedensten Formen, als kegelartige, meißel-, pflaster-, dreieck-, hechelförmige Gebilde vor. Das freie Ende ist oft zwei- bis dreispitzig, oder die Ränder sind gesägt, je nach der Art des Fisches und seiner Lebensweise. Die Bezahnung dient diesen Tieren mehr zum Ergreifen und Festhalten der Nahrung und als Waffe. Die Zähne, die zum Kauen gebraucht werden, haben meist gleiche Form und Größe. Die kegelförmigen Fangzähne, bald gerade oder hakenförmig gekrümmt, mit der Spitze nach hinten und innen gerichtet, häufig glatt mit zwei schneidenden Kanten, seltner mit Widerhaken und Zacken, erreichen bei einigen Seefischen, welche Mollusken schlucken und Korallen zertrümmern, eine bedeutende Entwicklung. Sind die Fangzähne schwächer und auf einen Raum dicht zusammengedrängt, so unterscheidet man Kamm-, Bürsten- und Sammetzähne, von welchen schon früher die Rede war.

Ihrer Struktur nach bestehen die Fischzähne aus Vasodentin und sind mit Schmelz überzogen.

Ueberall findet eine Neubildung von Zähnen in den Kiefern statt, derart, daß sich meist die neuen Ersatzzähne von innen her nachschieben und seltener zur Seite der abgenutzten ihren Ursprung nehmen. Bei den unteren Pharyngealzähnen der Karpfen ist sogar ein periodischer Zahnwechsel nachweisbar.

Außer den harten bezw. echten Zähnen kommen bei den Fischen auch Hornzähne vor, wie bei den Cyklostomen und bei den Selachiern die Plakoidschuppen oder Hautzähne; auch bei den Panzerwelsen finden sich zahnartige Gebilde in der Haut, wovon bei der Zahnentwicklung der Fische bereits die Rede war.

1. Ordnung: **Leptocardii s. Acrania.**

Die Röhrenherzen bilden eigentlich mit den Cyklostomen zusammen einen besonderen Unterstamm als Anamnien. Die Leptokardier heißen auch Akranier, da sie weder Schädel noch Gehirn, und deshalb auch keine Zähne haben. Der einzige Repräsentant dieser Tierklasse ist *Amphioxus lanceolatus,* der eine längsovale Mundöffnung zeigt.

2. Ordnung: **Cyclostomi s. Marsipobranchii.**

Die Rundmäuler, Monorhinen, haben keine verkalkten, echten Zähne; die kieferlose Mundhöhle ist am Boden und am Gaumen mit Hornzähnen ausgestattet; die von fleischigen Lippen und oft von Bartfäden umgebene kreisförmige Mundöffnung führt in die trichterartige kieferlose Mundhöhle.

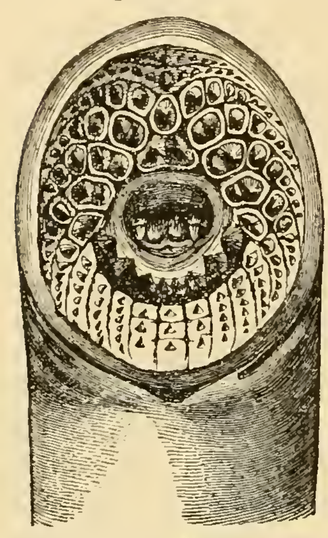


Fig. 44. **Mund von *Petromyzon marinus* mit Hornzähnen.** Im Hintergrunde die Zunge. Aus Gegenbaur.

Petromyzontidae, die Familie der Neunaugen, besitzt zahlreiche kleine Zähne, welche Lippen, Zunge und Gaumen bewaffnen, und einige größere Hornzähne auf dem Mundringe; besonders treten hervor ein zweispitziger Oberkieferzahn und eine halbmondförmige, kammartige, mehrspitzige Unterkieferplatte. Bei *Petromyzon marinus,* der Lamprete, sind die inneren Zähne der vier seitlichen Reihen zweikegelig; die 20 Lippenreihen zählen je 4 bis 8 Zähnchen. Der einzige am Gaumen stehende Zahn ist doppelkegelig; die beiden Kegel sind bei *P. fluviatilis,* dem Flußneunauge, voneinander getrennt. Die Zungenzähne stehen auf drei hornigen Platten, von denen die zwei vorderen je 11 scharfspitzige, gekrümmte Zähnchen zeigen, während die hintere Platte je 7 Zähnchen trägt. Die Larve dieses Fisches, früher als *Ammocoetes branchialis* beschrieben, ist zahnlos.

Myxinoidae, die Familie der Inger, eine parasitisch lebende Gattung, mit lippenlosem von Barteln umgebenem Saugmund. Die *Myxine glutinosa* hat einen Gaumenzahn und zwei Reihen Zungenzähne mit je 8—9 Zähnchen. *Bdellostoma* zeigt ebenfalls einen scharfspitzigen größeren Gaumenzahn und zwei kleinere hechelförmige auf der Zunge und die sog. Kaufläche der Zähne besteht aus Hornsubstanz, ähnlich in Struktur und Entwicklung der Lamprete.

3. Ordnung: **Selachii s. Plagiostomi s. Elasmobranchii.**

Die Knorpelfische bieten durch die Einfachheit und Gleichmäßigkeit ihrer Bezahnung eine bessere Uebersicht, als dies bei anderen Fischen der Fall ist. Der ganze Rachen ist mit Zähnen besetzt. Die Formunterschiede treten bei den Gattungen meist scharf hervor. Die ganze Haut ist mit den Plakoidschuppen bedeckt, die sich durch äußerste Feinheit auszeichnen; selten sind größere Schuppen vorhanden, die dann mit ihren Stacheln über die Körperoberfläche

hervorragen und schon durch ihre Form die Bezeichnung Hautzähne rechtfertigen. Die Zähne sind mit den Knorpeln, auf welchen sie befestigt sind, niemals verwachsen.

1. Unterordnung. Squalides, Haie. Bei diesen ausgesprochenen Raubfischen von ungemeiner Gefräßigkeit wird die Bezahnung meist durch zahlreiche Reihen äußerst scharfer, spitzer, dolchartiger Zähne gebildet, welche auf den sägeartigen Kanten des Palatoquadratum und Mandibulare sitzen. Auf der Kante des Kieferbogens stehen die größten Zähne und dahinter folgen viele Reihen allmählich kleiner werdender Ersatzzähne. Selten sind die Zähne stumpf und sind nur geeignet, Molluskenschalen zu zertrümmern. Auch die Haut ist dicht mit kleinen Zähnen besetzt. Die Zahnformen bei den verschiedenen Familien sind ebenso verschieden wie charakteristisch und variieren je nach dem Alter bei einigen Arten; sie zeigen im Ober- und Unterkiefer, sowie in anderen Teilen des Mundes bei demselben Individuum Variationen in Größe und Form.

Die Familie der **Cestraciontidae** faßt verschiedene Arten von Haifischen zusammen, die zum größten Teil ausgestorben sind und schon in der paläozoischen Schicht gefunden wurden, wo sie über einen ganzen Raum verbreitet waren; aus der Größe vieler Zähne schließt man auf die Existenz noch größerer Formen, als die des jetzt noch lebenden harmlosen Haifisches *Cestracion Philippi* (Fig. 45) in den australischen Seen. Dieser Fisch zeigt vorn eine unpaare Reihe kleiner, zusammengedrückt kegelförmiger, spitzer Fangzähne mit Basalzacken; die Spitzen nutzen sich aber ab, sobald der Zahn durch seine Lage im Kiefer benutzt werden kann. Neben der Mittelreihe sind jederseits noch vier Reihen vorhanden; in der fünften Reihe sind die Zähne stumpf und nicht mehr mit Spitzen, sondern mit Kanten versehen, in den vier folgenden Reihen werden die Zähne größer, dicker und länger und sind bis auf nur wenige an der Zahl vorhanden, und in den letzten Reihen nehmen die Kegel rasch an Größe ab. Die Erneuerung und das Ausfallen der meist sehr abgenutzten Zähne erfolgt, analog den anderen Haifischen, dadurch, daß die Schleimhaut nach oben wächst. Ihrer Struktur nach bestehen die Zähne aus einem Dentinkörper, der viel mit Osteodentin oder noch mehr mit Vasodentin gemein hat, das augenscheinlich mit einer strukturlosen Schmelzschicht bekleidet ist. Von den ausgestorbenen anderen Arten kennt man nur einzelne Zähne oder Kieferteile mit Zähnen, wie der Kiefer von *Acrodus* mit stumpfen elliptischen Zähnen, analog Cestracion in Reihen angeordnet. Charakteristisch sind die schief gewundenen einreihigen Kieferzähne von *Cochliodus contortus* (Fig. 46), welche große Aehnlichkeit mit einem Schneckengehäuse haben.



Fig. 45. **Unterkiefer von *Cestracion Philippi*.** $^1/_3$ nat. Gr.

Die Familie der **Pristiophoridae** wird durch den australischen *Pristiophorus* repräsentiert, dessen Schnauzenknorpel in einen platten langen Fortsatz übergeht, der auf beiden Seiten Zähne trägt.

Squatinidae, die Familie der Meerengel, rochenähnliche Fische in den europäischen Meeren, tragen auf den Kieferknorpeln eng stehende Reihen, von denen die vorderen je sechs und die hinteren je drei Zähne zeigen; dieselben sind zusammengedrückte Kegel auf breiter Basis. Die Hauptgattung ist *Squatina vulgaris*, der Engelshai.

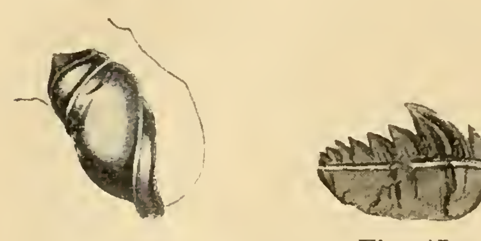


Fig. 46. Fig. 47.

Fig. 46. **Ein Zahn von *Cochliodus contortus*** mit seiner eigentümlichen, schneckenartig gewundenen Form.

Fig. 47. **Ein Zahn von *Notidanus primigenius*** mit den charakteristischen Zacken.

Die **Notidanidae**, Grauhaie, räuberische Fische, zeigen in ihrem weiten Rachen stark komprimierte mehrzackige Zähne in Reihen angeordnet und je nach ihrer Stellung im Kiefer verschieden gestaltet. Die vorderen Zähne im Oberkiefer bilden breite, dreiseitige Platten, während die hinteren stumpfen Höckern ähnlich sind, die vorderen Zähne des Unterkiefers haben einen fein gesägten zackigen Rand. Die Zähne des jurassischen *Notidanus Münsteri* (Fig. 47) zeichnen sich durch fünf an Größe abnehmenden Zacken mit scharfen Rändern aus.

Die **Lamnidae**, Familie der Riesenhaie, charakterisieren sich durch mehr oder weniger komprimierte lange kegelförmige Zähne aus, mit scharfen Schneiden oder gezähnelten Kanten; die Wurzeln sind dick, in der Mitte meist konkav, so daß sich die Seiten öfter in lange Aeste ausziehen. Die Lamnidae lassen sich in ihren Gattungen in zwei Gruppen scheiden, von denen die eine große Zähne und die andere kleine, zahlreiche Zähne besitzt. Letztere Gruppe wird durch *Selache maxima* repräsentiert; die schlecht ausgebildeten dünnen Zähnchen, die den inneren Rand der Kiemenbögen besetzen, bestehen wahrscheinlich aus Osteodentin (Tomes) und erinnern in ihrer Struktur an echte Zähne. Zu der Gruppe







Fig. 48. Fig. 49. Fig. 50.

Fig. 48. **Ein Zahn von der tertiären *Lamna cornubica*.** a Vorder- und b Seitenansicht. × $^1/_2$.

Fig. 49. **Zahn von *Carcharodon megalodon*.**

Fig. 50. **Ein Zahn von *Otodus obliquus*.**

der großzähnigen Lamniden gehört zunächst *Lamna cornubica* (Fig. 48). Ueber die Struktur dieser Zähne war im Allgemeinen Teil (S. 103) bereits die Rede. Die Zähne sind rings um den Kiefer in konzentrischen Reihen regelmäßig angeordnet, indem die der folgenden Reihen mit den Zähnen der älteren Reihen korrespondieren, sie stehen hier also nicht, wie bei anderen Haien, in den Zwischenräumen zwischen je zwei Schichten. Die Zähne sind

nicht ankylosiert, sondern durch Ligamente befestigt, indem das dichte fibröse Zahnfleisch genau ihre zweigeteilte Basis umgibt und mit den Zähnen über die innere Kieferfläche bis zum äußeren Rande herumwächst, wo dann dieselben nach einiger Zeit abfallen. Die Form der Zähne ist schlank und schmal, lanzettförmig, glattrandig, mit kleinen Basalspitzen und tief ausgehöhlten Wurzeln. *Carcharodon Rondeletii* (Fig. 49) hat dreiseitige flache Zähne mit fein gezähnten Rändern. Die letzten Zähne sind an ihrer Basis erweitert und nicht mehr kegelförmig. *C. megalodon* ist die größte Art von allen.

Owen hat nachgewiesen, daß, wenn die Größenverhältnisse zwischen den Zähnen und dem Körper sich bei den ausgestorbenen Haien ebenso verhielten wie bei den jetzt lebenden, so müßte man nach der Größe des tertiären Carcharodon annehmen, daß Haie von Walfischgröße existiert haben. (Die Zähne messen 12 cm Höhe und 9 cm Breite. Bei *Otodus* sind die Basalhöcker breit und abgerundet oder rundlich spitz. (Vergl. Fig. 50.)

Carchariidae s. Nictitantes, die Familie der Menschenhaie, zeigen im wesentlichen die gleichen Zahncharaktere wie die Lamniden, doch treten hier sehr verschiedene Formen auf. Der Hauptrepräsentant ist *Carcharias lineas*, der tropische weiße Haifisch. Die Zähne stehen im Kieferrande aufrecht, während sie in den anderen Reihen zurückgebeugt sind; sie stellen dreieckige abgeflachte Platten dar, an der lingualen Seite mit leicht gezähnten Rändern. Die lebenden Carchariden werden in fünf Species voneinander unterschieden. *Scoliodon* hat in beiden Kiefern gleiche, schneidende Zähne mit nach auswärts gerichteten Spitzen und einen unpaaren Mittelzahn im Oberkiefer. Bei *Physodon* sind die Kieferzähne ungleich, weniger scharf, aber schlankspitziger und dicker als bei Scoliodon. *Aprionodon* zeigt unten gerade, oben leicht auswärts geneigte dünnspitzige Zähne mit breiter Basis. Bei *Hypoprion* sind die unteren Zähne scharfrandig, während die oberen an ihren Rändern stark gezähnt sind. *Prionodon* endlich hat dünnspitzige Zähne mit breiter Basis und fein gezähnten Rändern; im Unterkiefer sind die Ränder scharf; hier ist auch ein Mittelzahn vorhanden. Dem Prionodon nahe steht der Hammerfisch,' *Sphyrna* s. *Zygaena molleus*, nur ist die Randzähnelung im allgemeinen feiner.

Von den **Galeidae**, Familie der Glatthaie, eigentlich noch zu den Lamniden gehörig, zeichnet sich *Galeus* dadurch aus, daß die äußere Basis des schief nach außen gebogenen flachen Zahnes einen Absatz hat. Die Zähne sind nur an der Außenwand gesägt. Strukturell ist das Dentin an seiner Oberfläche gegen den Schmelz zu girlandenförmig ausgefranst und zeigt den Typus von Osteodentin, ist aber nicht sehr röhrenreich und einige Kanälchen dringen bis zum Schmelz hinein. *Mustelus vulgaris* zeichnet sich durch pflasterförmige Zähne aus.



Fig. 51. **Ein Zahn von *Galeocerdo latidens.***

Die nahe verwandte fossile Gattung *Galeocerdo* (Fig. 51) hat in beiden Kiefern gleichmäßige Zähne mit schiefem Vorderrande und ausgeschweiftem Hinterrande, der im unteren Teile gezähnelt ist.

Scylliidae, Familie der Hundshaie, repräsentiert durch *Scyllium canicula* (Fig. 1), besitzen Zahnreihen, die längs der Innenseite des Kiefers stehen und den Raum zwischen den aufrecht stehenden Zähnen

am Kieferrande und den dahinter liegenden an der inneren Kieferfläche ausfüllen. Nur wenige von den meist nach vorn gestellten, schlanken, spitzkegelförmigen mit doppelten Basalspitzen versehenen Zähnen stehen aufrecht, und ein Schleimhautlappen (Thekalfalte) bedeckt die anderen Zähne, welche bis jetzt nicht völlig verkalkt und fest am Zahnfleisch angeheftet sind. Der fossile *Scylliodus* hat sehr breitbasige Zähne mit jederseits nur einem dicken Basalhöcker.

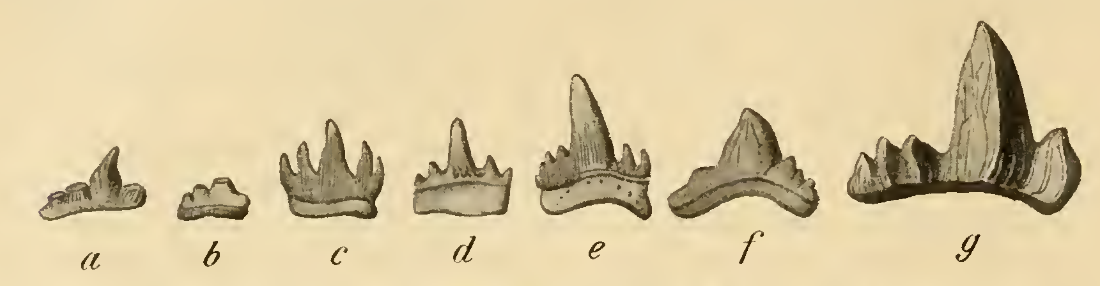


Fig. 52. **Zahnformen der Gattung *Hybodus*.** a *H. vicinalis*, b *H. carbonarius*, c, d, e *H. plicatilis*, f *H. Mougeoti*, g *H. cuspidatus*.

Spinacidae, Familie der Dornhaie, mit den Gattungen *Spinax*, *Acanthias vulgaris* und *Hybodus* (Fig. 52), zeichnet sich durch zierliche Kegelzähnchen aus. Bei letzterer Gattung bestehen dieselben aus einem Hauptkegel und mehreren Neben- oder Basalkegeln, deren Schmelzbedeckung vertikale Falten zeigt. *Cladodus* (Fig. 53) zeichnet sich durch eine mehrspitzige Zahnplatte aus und unterscheidet sich von letzterer Gattung nur dadurch, daß die Nebenkegel vom Hauptkegel nach dem Ende zu größer werden, wodurch der dem Hauptconus nächststehende Nebenkegel der kleinste ist.



Fig. 53.

Fig. 53. **Ein Zahn von *Cladodus*.**



Fig. 54.

Fig. 54. **Die schwertförmig verlängerte Schnauze von *Pristis antiquorum*** mit den charakteristischen Rostralzähnen. $^1/_{20}$ nat. Gr.

2. Unterordnung: **Rajides, Rochen.**

Das Gebiß der Rochen unterscheidet sich dadurch von dem der typischen Haie, daß die Zähne, welche auf den kurzen dicken Kiefern stehen, weniger spitz sind, die einzelnen Zähne stehen dichter beieinander und bilden dadurch gewissermaßen eine zusammenhängende Pflasterung. Der zahntragende Kieferteil ist stark abgerundet und fast vollständig in eine solche Zahnpflasterung eingekapselt. Die übrig gebliebenen Hautzähne stellen große Dornen vor.

Squatinorajidae, die Familie der Hairochen, haben kleine stumpfe pflasterartige Zähne. Die Hauptspecies ist der Sägefisch, *Pristis antiquorum* (Fig. 54), dessen außerordentlich verlängerte spatelförmige Schnauze an den dünnen Rändern eine Reihe eingekeilter stark komprimierter kegelförmiger Zähne — Rostralzähne — zeigt; der Vorderrand derselben ist abgerundet und der hintere hat eine entsprechende Längsrinne. Im Rachen liegen Längsreihen kleiner drei-

seitiger Pflasterzähne. Die Rostralzähne fallen nicht ab und werden nicht erneuert, sondern wachsen von einer persistierenden Pulpa aus. Strukturell sind sie den Zähnen des Myliobates ähnlich und bestehen aus parallelen Dentikeln, in deren Mitte eine Pulpahöhle oder ein Medullarkanal sich befindet. Es ist nicht bekannt, welchen Gebrauch der Fisch von dieser bewaffneten Schnauze macht; aber die Rostralzähne sind für den Odontologen von Wichtigkeit, einmal, weil sie Hautgebilde sind, deren Struktur mit echten Zähnen identisch ist (analog dem Myliobates), dann, weil sie durch eine Art von Gomphosis eingekeilt sind, was keineswegs bei Fischen oft vorkommt; und endlich weil sie aus persistenten Pulpen wachsen, was ebenfalls bei Fischen nicht stattfindet (Tomes).

In der Bezahnung ähnlich den Hairochen ist die Familie der Adlerrochen, **Myliobatidae,** bei denen sich die mittlere Zahnreihe überwiegend in der Breite ausdehnt. Die kräftigen Kiefer sind von einer Seite zur anderen geradlinig und ihre zur Arbeit benutzten Oberflächen sind von hinten nach vorn, wie die Segmente eines Kreises, aneinandergereiht. Die Zähne bilden auf den Kiefern ein kompaktes Pflaster, sind aber in der Art ihrer Entwicklung und Erneuerung den Zähnen anderer Selachier analog. *Myliobates aquila* (Fig. 26, 55) hat außer der breiten Mittelreihe nach außen noch drei Reihen kleiner sechseckiger Zähne. *M. toliapicus* zeigt quer hexagonale, regelmäßige Platten. Bei *Aëtobates* bilden die großen länglichen zentralen Platten, von denen die oberen konvex nach vorn gebogen sind, die ganze Bewaffnung des Kiefers; die Randzähne verkümmern völlig. Aehnlich verhält sich das Gebiß von *Zygobates.* Gegenüber diesen Gattungen mit Pflasterzähnen, haben *Cephalopterus* und *Ceratoptera* kleine spitzige Zähne, die bei letzterer Species nur im Unterkiefer vorhanden sind.

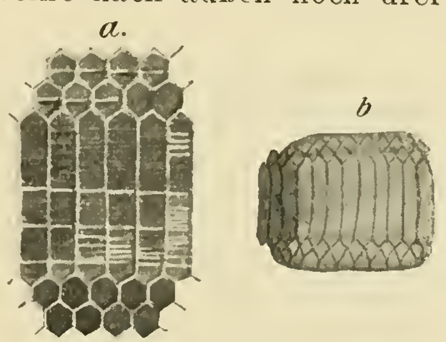


Fig. 55. **Die charakteristischen Zahnplatten von *Myliobates.*** a *M. toliapicus,* b *M. aquila.*

Torpedidae, die Familie der Zitterrochen, mit der Gattung *Torpedo marmorata,* zeichnet sich durch sehr kleine konische spitze Zähne aus, die an der Basis eine quere Erweiterung zeigen. Die Schnauze ist in eine lange gerade schmale Platte ausgezogen mit einer Reihe langer seitwärts gerichteter Zähne in jedem Seitenrand.

Rajidae, die eigentlichen Rochen, zeigen beim Weibchen Pflasterzähne, während das Männchen mehr spitzige Zähne hat. Bei *Raja Batis* erscheint die Spitze auf der erweiterten Basis nur als kleiner Stachel oder Dorn; bei *R. clavata* verschwindet auch dieser und die kleinen Zähne sind vollständig stumpf und oval. Von den Rajiden zeigen die charakteristischen Plattenzähne von *Ptychodus* (Fig. 56) markante Formen, die auch als Leitfossilien verwendet werden. Die sehr breiten vierseitigen Zähne besitzen granulierten oder netzartig gezeichneten Rand, deren mittlerer etwas erhöhter Teil mit starken scharfen Leisten versehen ist.

Trygonidae, die Stachelrochen, repräsentieren den Typus der flachen, dicht gedrängten Pflasterzähne. Bei *Trygon pastinica* sind diese Zähne ziemlich klein, dreiseitig platt, an der inneren Ecke etwas verlängert.

3. Unterordnung: **Holocephali. Chimären.**

Der Oberkiefergaumenapparat bezw. das Palatoquadratum mit dem Hyomandibulare ist mit dem Schädel fest verwachsen, während der Unterkiefer an dem stielförmigen Hyomandibulare artikuliert. Die Kiefer tragen nur wenige Zahnplatten: oben vier, unten zwei, die scharfschneidende Ränder besitzen, öfter aber auch eine unregelmäßige Oberfläche.

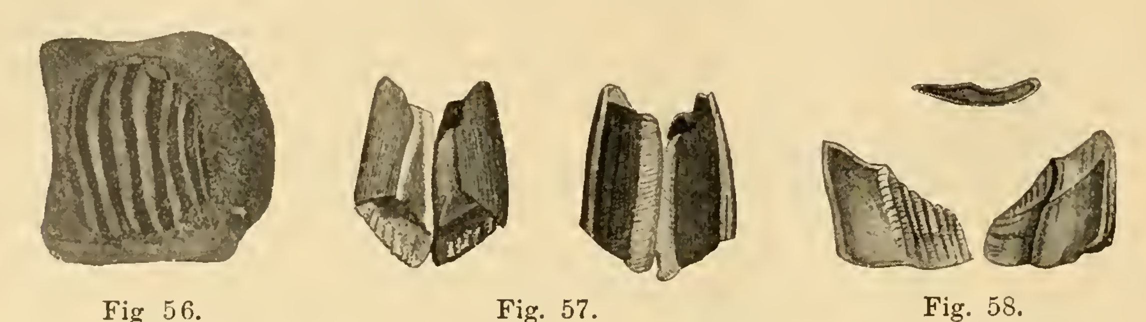


Fig 56. Fig. 57. Fig. 58.

Fig. 56. **Ein Zahn von *Ptychodus*.**
Fig. 57. **Untere Zahnplatte von *Ischirodon*.** Aeußere und innere Seitenansicht. $^1/_{10}$ nat. Gr.
Fig. 58. **Eine untere Zahnplatte von *Chimaera monstrosa*.** Außen-, Innenseite und Durchschnitt.

Chimaeridae, Familie der Seekatzen, wird hauptsächlich durch *Callorhynchus antarcticus* repräsentiert. Die beiden vorderen Zahnplatten sind im Oberkiefer klein und halb elliptisch, die beiden hinteren viel größer und dreiseitig, mit vorderer abgestutzter Ecke; die beiden Platten des Unterkiefers ebenfalls dreiseitig. Während bei den Rochen und Haien eine sukzessive Entwicklung der Zähne stattfindet, ist dies bei den Chimären nicht der Fall, da jeder Zahn eine persistierende Pulpa besitzt. Das fossile *Ischirodon* (Fig. 57) zeigt eine untere Zahnplatte von der beträchtlichen Größe von 15 cm. Aehnliche Bezahnung besitzt auch *Chimaera monstrosa*, Fig. 58.

4. Ordnung: **Ganoidei. Schmelzschupper.**

Der selten nackte Körper dieser Knorpel- und Knochenfische ist mit Schmelzschuppen oder Knochenschildern bedeckt, die durch gelenkige Fortsätze verbunden sind. Die Ganoiden bilden den Uebergang von den Knorpel- zu den Knochenfischen. Hinsichtlich der Bezahnung verhalten sich dieselben wie die echten Knochenfische. Auch hier sind alle möglichen Formen vertreten: spitz- und stumpfkegelförmige, halbkugelige und flache, zylindrische, höckerige, bürstenförmige Zähne besetzen Kiefer und Gaumen in mehr oder weniger großer Zahl. Zahnlose Ganoiden sind seltener als zahnlose Knochenfische. Innerhalb der einzelnen Familien variieren die verschiedenen Species weniger, als dies bei den Knochenfischen der Fall ist.

1. Unterordnung: **Chondrostei.**

Die Knorpelganoiden gleichen den Haien in dem Mangel der Oberkieferreihe; sie kauen mit den median verwachsenen Palatoquadrata analog den Selachiern. Die Zähne sind sehr klein oder fehlen ganz.

Acipenseridae, die Familie der Störe, zeichnen sich durch vorstreckbaren zahnlosen Mund aus. Beim Sterlet, *Acipenser ruthenus*, treten Zähne nur in der Embryonalzeit auf und weisen auf die primitiven Verhältnisse hin. *Scaphirhynchus* Gray soll im ausgewachsenen Zustande Zähne haben.

Spataluridae, Familie der Löffelstöre, besitzen schwach entwickelte kleine gekrümmte Kegelzähne, zwei Reihen im Oberkiefer, eine im Unterkiefer und andere auf den beiden vorderen Kiemenbögen. Die alten Tiere sind zahnlos. Der fossile *Coccosteus* zeigt, gleich große spitze Kegelzähne (einfache Dentinfortsätze.)

Pycnodontidae, die Plattzähner, repräsentieren meist ausgestorbene Formen; sie reichen bis in die Tertiärperiode. Die Vorderzähne von *Pycnodus* (Fig. 59) haben Meißel- oder Kegelform, bisweilen sind die Schneidezähne auch hakig gekrümmt, die in mehreren Reihen gruppierten hinteren und die Gaumenzähne sind breite runde oder bohnenförmige Platten, die innen hohl sind. Die Molaren bedecken im Oberkiefer Palatinum und Vomer. Bei der Gattung *Gyrodus* sind die Molaren rundlich oval, am Rande der Kaufläche mit einem gefurchten peripherischen Walle, dem innen ein gefurchter Graben folgt, welcher den mittleren Kegelzahn umgibt. Von den vier unteren Zahnreihen besitzt die äußere etwas kleinere als die dritte größte, die zweite und vierte die kleinsten Zähne, von den fünf Gaumenreihen die mittlere die größten Zähne. Bei *G. circularis* sind die eckzahnähnlichen Vorderzähne charakteristisch; die Krone der Reihenzähne ist oval und rund und mit dem für die Pyknodonten eigentümlichen Walle versehen, sowie dem zentralen Hügel.

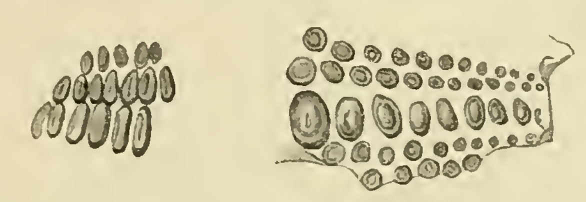


Fig. 59. **Die Zahnplatten (Kauzähne) von *Pycnodus*.**

2. Unterordnung: **Holostei. Euganoiden.**

Die Knochenganoiden sind den Knochenfischen durch die endständige Mundöffnung und den Mangel des Rostrum ähnlich; auch ist der Schädel verknöchert, Oberkiefer und Praemaxillare sind vorhanden (Kieferkauer), die Palatoquadrata zurückgedrängt und durch die Schädelbasis voneinander getrennt. Der Körper ist mit Cykloidschuppen besetzt oder typischen rhombischen Ganoidschuppen.

Lepidosteidae, Familie der Knochenhechte. Der Oberkiefer besteht aus vielen Stücken. Die langen Kiefer besitzen einzelne große gefaltete Hakenzähne und zahlreiche kleine Borstenzähne. Der lebende *Lepidosteus* (Fig. 24) hat starke Kegelzähne und feine raspelartige Zähne auf den Kiefern, Vomer und Gaumenbein. *Cheirolepis* besitzt ähnliche, doch etwas hakenförmig gekrümmte, dichtgedrängte große Kegelzähne.

Lepidoidei s. Lepidotini (Huxley), die Familie der Einzeiligen. Der Oberkiefer besteht aus einem Stück. Die Molaren sind pflasterförmig, kugelig oder höckerig; die Vorder- und Seitenzähne zylinder- und kegelförmig. Nach der Zahnform unterscheidet man Conodontes mit spitzen kegelförmigen Zähnen: *Pholidophorus, Eugnathus, Ophiopsis;* Sphaerodontes mit walzen- oder knopfförmigen Kiefer-

zähnen und halbkugeligen Gaumenzähnen: *Lepidotus, Plesiodus;* Stylodontes: griffelförmige Zähne der äußeren Reihen: *Tetragonolepis, Dapedius.*

Polypteridae (Crossopterygii), Familie der Flösserhechte, mit der typischen Gattung *Polypterus,* durch zwei Reihen feiner scharfspitziger feiner Kieferzähne charakterisiert.

Holoptychidae s. Glyptodipterini (Huxley), Familie der Faltenschupper, zeichnet sich durch ein hochentwickeltes Gebiß aus, wie solches unter den Fischen sonst nicht vorkommt. Die kegelförmigen Zähne sind auf den Kieferrändern befestigt und mit großen knochigen Schuppen mit reliefartigen Zeichnungen aus Schmelzsubstanz bedeckt. Diese Fische haben große, gefaltete Fangzähne mit dazwischen liegenden Hechelzähnen. Bei *Holoptychius* sind die Kieferzähne schlänk, oval im Querschnitt, an der Basis unregelmäßig gefaltet, die kleinen stumpf. Die Zähne zeichnen sich durch eine sehr kompizierte schlangenförmig gewundene Struktur aus. *Sclerocephalus* hat nur pfriemförmige Zähne in einer Reihe. Bei einigen ausgestorbenen Ganoiden, z. B. *Dendrodus* vom Typus der Pleurodonten, sind die dolchartigen Zähne in kreisrunden Gruben eingewachsen und konisch geformt wie Reptilienzähne. *Rhizodus* hat ähnliche Formen. Die Zähne zeigen eine mehr radial gefaltete Struktur gegenüber Holoptychius.

Amiades s. Amiidae, Familie der Kahlhechte, Knochenganoiden mit konzentrisch gestreiften rundlichen Schmelzschuppen, gewissermaßen den Uebergang zu den Knochenganoiden bildend. Streifen von Sammetzähnen oder Reihen von Kegelzähnen besetzen Kiefer und mehrere Knochen des Rachengewölbes. *Amia calva* besitzt im Oberkiefer eine Reihe kleiner Kegelzähne, unten kleine Pflasterzähne, auf Vomer, Pterygoideum und Palatinum Gruppen kleiner Kegelzähne, am Pharynx Hechelzähne.

5. Ordnung: **Teleostei.**

Die Knochen- oder Grätenfische, die bei weitem die größte Zahl aller Fische bilden, haben getrennte Schädelknochen; die Knochen des Oberkiefer-Gaumenapparates, besonders die Zwischenkiefer, sind (mit Ausnahme der Plektognathen) verschiebbar; die Knochenfische sind Kieferkauer. Bei einzelnen Familien sind die Zähne thekodont (in Alveolen befestigt). Die Zahl der Zähne ist meist sehr groß und letztere sitzen auf allen Knochen, welche an der Bildung der Mund- und Rachenhöhle teilnehmen, selbst auf der Zunge: oft fehlen sie auch auf dem einen oder mehreren dieser Knochen oder in seltenen Fällen auf allen. Die Species einer und derselben Familie zeigen nicht immer auf den gleichen Knochen Zähne, und namentlich Gaumen, Vomer und Pharynx sind häufigem Wechsel in der Bezahnung unterworfen. Den Lophobranchiern und den Salmoniden fehlen die Zähne gänzlich oder sind verkümmert.

Das Hautskelett besteht aus Cykloid- oder Ctenoidschuppen, seltener aus Stacheln oder ausgedehnten Knochenplatten, welche bei den Goniodonten echte Hautzähnchen tragen, sonst fehlen den Knochenfischen die Hautzähne.

Die fossilen Teleostier schließen sich in der Regel an die rezenten Formen eng an. Die Ichthyodektiden mit dem riesigen *Portheus* zeigen unter den in Alveolen befestigten, seitlich komprimierten Kegelzähnen einige große Fangzähne und eine vorn steil abgestutzte Schnauze.

1. Unterordnung: **Lophobranchii. Büschelkiemer.**

Knochenfische mit gepanzerter Haut und röhrenförmig verlängerter zahnloser Schnauze. Die Hauptfamilie bilden die

Syngnathidae mit der Gattung *Hippocampus,* das Seepferdchen, welches ganz zahnlos ist.

2. Unterordnung: **Plectognathi. Haftkiefer.**

Der Kiefer und die großen Praemaxillaria sind innig miteinander verwachsen. Der obere Rand des kleinen Mundes wird bloß von dem Zwischenkiefer gebildet. Die Plektognathen zerfallen in Sklerodermen, deren Kiefer gesonderte Zähne zeigt; letztere sind auf Unterkiefer, Praemaxillare und Schlundknochen beschränkt; und Gymnodonten, bei denen der Kiefer in einen Schnabel umgestaltet ist, der eine ungeteilte schneidende oder doppelte Zahnplatte zeigt.

Zu den Sklerodermen gehören die

Ostracionidae, Familie der Kofferfische, durch die Gattung *Ostracion* repräsentiert. Die Struktur der Zähne dieser Fische wurde beim Osteodentin bereits erwähnt (S. 100). Kiefer mit 10—12 Zähnen bewaffnet.

Balistidae, Familie der Hornfische, mit der Gattung *Balistes,* Hornfisch (Fig. 60), hat im Ober- und Unterkiefer jederseits vier an Größe abnehmende Zähne und im Zwischenkiefer drei. Die kleinen, scharfspitzigen Pharyngealzähne sind meist komprimiert, kegelförmig gekrümmt und stehen in zwei Reihen.

Fig. 60. **Die vier Kieferzähne von *Balistes forcipatus.***

Zu den Gymnodonten gehören die

Molidae, Familie der Mondfische. Die Kieferränder besitzen Schmelzsubstanz, dahinter aber einige kegelförmige Zähne. Hauptvertreter dieser Familie ist *Orthagoriscus mola,* Mondfisch.

Tetraodontidae, Familie der Igel- oder Ballonfische. Die Kiefer ragen schnabelförmig hervor. Diese Tiere sind im Ober- und Unterkiefer entweder mit nur je einem großen mit Schmelz bedeckten Zahn versehen, wie bei *Diodon*; oder es sind oben zwei und unten nur ein Zahn vorhanden, wie bei *Triodon,* oder endlich je zwei Zahnplatten in beiden Kiefern, wie bei *Tetraodon.* Bei diesem Fisch ist jeder Kiefer in der Mitte geteilt und wird aus Zähnen und dem Knochen gebildet, die sehr eng miteinander verbunden sind. Die breite rundliche Masse, die vom Kieferrande einwärts sich befindet, besteht nach Tomes aus einer Anzahl horizontaler Dentinplatten, deren Ränder an ihrer hinteren Fläche hinausragen. Diese sind durch Verkalkung der letzten Pulpareste jeder einzelnen Platte zu einer Art Osteodentin miteinander vereinigt, während der verschiedene Härtegrad beider Gewebe die Oberfläche stets rauh hält, wenn auch die Platten abgenützt werden. Der ganze Kieferrand besteht ebenso aus kleineren

horizontal aneinander gereihten Dentinplatten, die nach ihrer Abnutzung durch neue ersetzt werden, die von unten herauf wachsen, wo sie sich in Aushöhlungen bilden, die tief unten in der Knochensubstanz sich befinden. Die neuen Zähne oder Zahnplatten, die sich an der Basis der halbkreisförmigen Massen innerhalb der Kiefer oder tiefer unten in der Substanz gebildet haben, drängen ihre Vorgänger nicht etwa in der gewöhnlichen Weise weg, sondern die neuen Platten gelangen dadurch nach oben, daß die über ihnen liegenden alten Platten, Dentin sowohl wie Knochen, vollständig abgenutzt werden (Tomes). Die Ränder bestehen hauptsächlich aus Zahngeweben, in deren Zwischengeweben aber nur wenig Knochenmasse sich befindet. Das Tetraodon besitzt nicht jene rundliche Reibungsscheibe, die beim Diodon vorhanden ist, höchstens eine schwache Andeutung derselben, die Kieferränder sind auch schärfer. Bei Triodon sind nach Ch. Tomes die Zahnplatten nicht viereckig, wie beim Diodon, sondern kegelförmig und bilden eine Reihe aufeinander gelagerter hohler Kegel, deren Spitzen nach oben gerichtet sind. Sie sind im Knochen eingelagert und die beim Kauen benutzte Kante wird durch das oberste Dentikel der Reihe gebildet; letzteres ist zugespitzt und besitzt eine so dicke Schmelzlage, daß sie in gar keinem Verhältnis zum Dentin steht. Der vor und hinter dem Dentikel liegende Knochenteil ist viel weicher und unterliegt daher schnellerer Abnutzung, so daß das härtere Dentikel stets hervorragt und nach Abnutzung des Knochens bis zu einem gewissen Grade wegen mangelnder Stütze abfällt und das darunterliegende bloßgelegt wird.

3. Unterordnung: **Physostomi. Weichflosser.**

Diese Gruppe umfaßt mehr als zwei Drittel aller eßbaren Süßwasserfische. Die Kieferknochen sind getrennt.

Muraenidae, die Familie der Aale. Der obere Mundrand wird nur von den Zwischenkiefern gebildet. Der verkümmerte Oberkiefer ist von Muskeln bedeckt. Die meist an beiden Kiefern und am Vomer zahlreich vorhandenen Zähne sind im allgemeinen scharfspitzig und selten stumpf oder höckerig. Die Gattung *Muraena* hat pfriemartige scharfspitzige Zähne, die in ein bis zwei, seltener in mehr Reihen stehen. *Anguilla vulgaris* (vgl. Fig. 43), der gemeine Aal, zeigt ebenso verschieden geformte, zahlreiche Zähnchen in schmalen Streifen auf den Kiefern und am Vomer. Die Arten der Gattung *Conger* gruppieren sich in solche, deren Gaumen- und Kieferzähne dünn sind, mit meißelförmigen Spitzen und so gedrängt stehen, daß sie einen schneidenden Rand bilden, oder in Haufen, nadel- und haarförmig, oder mehr oder weniger stumpfkegelig sind, oder mit kräftigen, scharfrandigen dreispitzigen Zähnen auf dem Vomer. Auch *Ophisurus* hat derartig verschieden gestaltete Zähne auf dem Kiefer und dem Vomer in einer bis drei Reihen.

Gymnotidae, Familie der Zitteraale. Der obere Mundrand wird vom Zwischen- und Oberkiefer gebildet.

Clupeidae, Familie der Heringe. Der Mund ist weit gespalten. Der obere Rand desselben wird von den Oberkieferbeinen und den kleinen Zwischenkiefern gebildet. Die ältesten fossilen Knochenfische stammen von den Clupeiden. *Clupea harengus,* der Hering,

hat kleine Zähne im Zwischenkiefer und an der Symphyse des Unterkiefers, einen Streifen größerer Zähne am Vomer, ähnliche auf der Zunge und zwei bis drei am Gaumenrande. *C. sardina,* Sardine oder Sardelle, hat zahnlose Kiefer und auch den Vomer unbezahnt; dagegen kleine Zähne auf den Gaumenbeinen und dem Pterygoid. *C. sprattus* s. *Harengula,* Sprotte, hat zahnlosen Vomer, dagegen Kiefer, Zunge, Gaumen und Pterygoid bewaffnet. *Rogenia* unterscheidet sich von den echten Heringen durch Zähne am Vomer; außerdem sind noch Pterygoid, Palatinum und die Zunge bezahnt. *Alausa vulgaris,* Maifisch, und *A. pilchardus,* Pilchard, haben kleine hinfällige Zähne nur an den Kiefern, oder sind zahnlos. *Engraulis encrasicholus,* Anchovis, hat eine sehr weite Mundspalte, langen Oberkiefer. Gaumenbeine, Pterygoid und Vomer meist rauh und mit kleinen Zähnen besetzt. Kiefer ebenso oder zahnlos. *Chatoessus* ist zahnlos.

Osteoglossidae, durch *Osteoglossum* Vandelli repräsentiert; letzterer besitzt eine große Zahl von Zähnchen auf der Zunge, so daß diese nach Art eines Reibeisens zur Zerkleinerung der Nahrung gebracht wird. *Sudis gigas,* früher zu den Clupeiden eingereiht, ist der größte Süßwasserfisch, hat einen mit feinen Zähnen bewaffneten Rachen von kurzer zylindrischer Gestalt und abgerundeter Spitze.

Mormyridae, Familie der Nilhechte, mit der Gattung *Mormyrus cyprinoides.* Der Mund ist klein, sein oberer Rand wird vom Oberkiefer und dem unpaaren (median verwachsenen) Zwischenkiefer gebildet. Die kleinen Zähne sind pfriemförmig, bisweilen dreispitzig. *Gymnarchus* schließt sich der ersteren Gattung an.

Gonorhynchidae mit der Gattung *Gonorhynchus* s. *Rhynchana.* Der obere Mundrand wird von den Zwischenkiefern gebildet.

Hyodontidae mit der Gattung *Hyodon.* Zwischen- und Oberkiefer gelenkig miteinander verbunden.

Esocidae, die Familie der Hechte, wird durch *Esox lucius* repräsentiert. Der obere Mundrand wird von dem Oberkiefer und Praemaxillare gebildet. Die Bezahnung dieser äußerst gefräßigen Fische ist meist sehr vollständig und der Mund mit scharfspitzigen Zähnen dicht besetzt, die nach innen etwas geneigt sind und in einem Teil des Mundes größer als im anderen sind. Der Rand des Unterkiefers ist mit sehr großen und scharfen Fangzähnen bewaffnet, die kleineren stehen nach vorn zu in mehreren Reihen gruppiert und die größeren seitwärts von diesen nach rechts und links. Der Hecht hält, wie bekannt, seine Beute quer im Munde, so daß dieselbe von den größten Zähnen festgehalten wird. Der Rand des Oberkiefers ist nur vorn auf dem Praemaxillare von kleinen schwach gekrümmten Zähnen besetzt, die in einer einfachen oder zwei alternierenden Reihen stehen. Die Vomeralzähne bilden gleichsam eine Raspel. Am Gaumenbeine sind drei breite parallele Zahngruppen vorhanden. Das Hyoid und die drei mittleren Knochen hinter demselben sind mit kleinen Zähnen bewaffnet, die in oblongen Reihen stehen. Die inneren Flächen der Kiemenbögen haben ebenfalls kleine Zähne, während die letzten (fünften) Kiemenbögen — der untere Schlundkiefer — mit größeren Zähnen besetzt sind. Die oberen Schlundkiefer, welche die mittleren Teile der vier vorderen Kiemenbögen sind, haben ebenso zurückgebogene Zähne, welche größer als diejenigen sind, welche den Rest der inneren Fläche jedes einzelnen Kiemenbogens bedecken. Der

Hecht, der mehr Zähne als viele andere Fische besitzt, kann gewissermaßen als Repräsentant für alle Knochenfische gelten. Ueber Struktur und die Entwicklung der Hautzähne war im Allgemeinen Teil die Rede. Die einzelnen Arten von Esox unterscheiden sich nur durch geringe Größendifferenzen der Zähne, weniger aber in der Form und Anordnung der ersteren. *Umbrana* KRAMERI, der Hundsfisch, entspricht den Hechten.

Galaxiaidae, früher zu den Hechten gehörig; der obere Mundrand wird nur vom Praemaxillare gebildet. *Galaxias* hat starke kegelförmige Kieferzähne, ebensolche auf der Zunge und den Gaumenbeinen. *G. truttaceus* hat vorn auf der Zunge 4 große Fangzähne, jederseits 5 kleinere und auf dem Palatinum 7 in einfacher Reihe.

Salmonidae, Familie der Lachse. Der obere Mundrand wird sowohl vom Praemaxillare als vom Oberkiefer gebildet. Die Zähne sind meist groß und zeigen Verschiedenheiten. Bei den engmäuligen Lachsen sind die Zähne fein und bürstenförmig (*Thymallus,* Aesche) oder sie fehlen, wie bei *Coregonus,* Blaufelchen. Bei den weitmäuligen Lachsen ist die Bezahnung vollständig, aber nur die Zunge, der Gaumen und der Unterkiefer sind mit starken Zähnen besetzt, während der Vomer hechelförmige lange Zähne zeigt, die auf dem Oberkiefer und Praemaxillare wieder sehr fein sind. *Osmerus eperlanus,* Stint, hat kleine hakige Zähne auf dem Zwischenkiefer, noch kleinere Kieferzähne, aber große kegelförmige am Vomer und je eine Reihe am Palatinum und Pterygoideum. Bei *Mallotus* sind die Kiefer-, Gaumen- und Vomeralzähne außerordentlich fein und nur auf der Zunge länger geformt. Bei der dritten Gruppe der Lachse sind die Pterygoide zahnlos, während alle übrigen Mundknochen mit Zähnen besetzt sind.

TOMES macht auf die eigentümliche Bewaffnung des männlichen Lachses aufmerksam. Zur Laichzeit verlängert sich seine untere Kinnlade und biegt sich an ihrem Ende nach oben um, und der so gebildete starke knorpelige Haken ist so groß, daß er beim Schließen des Mundes in eine besonders für ihn gebildete tiefe Aushöhlung zwischen den Intermaxillarknochen hineinpaßt. Bei einigen kanadischen Lachsen ist diese Verlängerung bei den älteren Männchen konstant, aber bei den britischen Arten verschwindet sie und tritt nur zur Laichzeit auf. Bei Fischen, wo dieser Vorsprung stark entwickelt ist, dient derselbe als Stoßwaffe. Die Bezahnung des Körpers des Vomer ist für die verschiedenen Gattungen des Lachses charakteristisch. Bei *Salmo fario,* Bachforelle, trägt der Vomer zwei Reihen starker Zähne. *S. salar,* Lachs, hat zwei Reihen Vomeralzähne; *S. hucho,* ein größerer Raubfisch im Donaugebiet, hat 7—8 hakige Zähne am Vomer. *S. lacustris,* Seeforelle, hat starke Zähne auf dem Vomerstiel, meist hinten in doppelter Reihe, während *S. salmo* hier nur 2—3 Zähne hat. Bei *S. trutta,* Meerforelle, stehen die Zähne des Vomerstieles in einer Reihe und sind kleiner als bei der Seeforelle.

Heteropygii, Familie der Blindfische. Kleine spitzige Zähne in den Kiefern und am Gaumen. Hierher gehört *Amblyopsis spelaeus.*

Cyprinidae, Familie der Karpfen. Die Zwischenkiefer bilden allein den oberen Mundrand. Alle Knochen des Kiefergaumenapparates sind zahnlos, dagegen tragen die beiden unteren Pharyngealknochen lange spitzige Zähne, die zum Teil einander gegenüberstehen

oder gegen einen hornigen Vorsprung gerichtet sind, der durch einen Fortsatz an der Basis des Hinterhauptes gestützt ist. Zur Laichzeit ist Zahnwechsel. Einige Fische sind ganz zahnlos. Der Zahntypus variiert sehr. Man kann die Cyprinoiden in zwei Gruppen teilen: Fische mit Schlundzähnen in mäßiger Zahl in ein bis drei Reihen und in Fische mit kammförmigen zahlreichen Schlundzähnen in einer Reihe. In letztere Kategorie gehört nur *Catostomus,* während zu der ersteren Gruppe alle anderen Karpfen gezählt werden. *Cyprinus carpio,* Karpfen, hat 5 zum Teil flache und gefurchte Schlundzähne in drei Reihen auf jedem unteren Pharyngealknochen, von denen die innerste Reihe 3 Zähne, die mittlere und äußere je einen Zahn hat (1. 1. 3 — 3. 1. 1). Diese Zähne sind nur flachhöckerige Kauzähne, der eine sehr große ist von vier kleineren umgeben. Der *Barbus fluviatilis,* Barbe, hat 2. 3. 5 — 5. 3. 2 Pharyngealzähne. Diese Zähne sind schlank, kegelförmig, etwas hakig, meist in drei Reihen. *Tinca vulgaris,* Schleie mit asymmetrischen Schlundzähnen (4—5) und einreihigen breiten Kauzähnen, deren innerer Rand sich in einen breiten Haken auszieht. *Gobio fluviatilis,* Gründling, hat ähnliche hakenförmige Zähne in zwei Reihen (2. 5 — 5. 2 oder 3. 5 — 5. 3). *Labeo* zeigt drei Zahnreihen, von denen die äußere 5 und die anderen beiden kleine Zähne besitzen, deren schiefe Kaufläche einen einfachen, erhöhten Schmelzring hat. *Rhodeus amarus,* Bitterling, mit seitlich komprimierten 5—5 Schlundzähnen. Bei *Abramis brama,* Brachse, sind von den 5—5 nur in einer Reihe stehenden Zähnen die vier hinteren stumpf; die schmalen Kauflächen sind mit einer Furche versehen. *Abramidopsis* hat 5—5 oder 5—6 Schlundzähne. *Blicca* 2. 5—5. 2 oder 3. 5—5. 3. *Bliccopsis* 2. 5—5. 2 oder 3. 5—5. 3. Bei diesen letzteren vier Arten hat der Zwischenkiefer keine Vertiefung, während bei den folgenden Cyprinoiden die vorstehende Spitze des Unterkiefers in eine Vertiefung des Zwischenkiefers greift. *Pelecus* mit 2. 5—5. 2 Schlundzähnen, die an der Krone einen Haken zeigen. *Alburnus lucidus,* Laube, mit 2. 5 — 5. 2, bisweilen 2. 4 — 5. 2 Zähnen, von denen die vier hinteren in eine hakenförmige Spitze ausgezogen sind. *Aspius,* Rapfen, hat 3. 5 — 5. 3 Schlundzähne mit hakenförmiger Krone. *Leucapsius delineatus* hat 5—5 oder 4—5 oder 1. 5—5. 1 Pharyngealzähne, von denen die inneren hakenförmige Krone zeigen. Die Vertiefung des Zwischenkiefers ist unbedeutend. *Idus melanotus,* Nerfling, mit 3. 5—5. 3 Zähnen, deren Krone hakenförmig umgebogen ist. Bei *Scardinius erythrophthalmus,* Rotauge, sind die 3. 5 — 5. 3 Schlundzähne mit komprimierter, innen tief gesägter Krone versehen. Die Befestigung der Zähne ist eigentümlich. Die längeren (inneren) Zahnreihen sitzen gewissermaßen auf elastischen Scharnieren, die sich in der Richtung zum Pharynx umbiegen lassen, sofort aber in ihre Stellung zurückspringen, wenn der Druck nachläßt. *Leuciscus* hat 5—5 oder 6—5 Zähne in einer Reihe; die vorderen sind konisch, während die hinteren in einen Haken auslaufen. Bei *L. rutilus,* Plötze, oder Rotauge, haben die hinteren Schlundzähne gekerbte Kaufurchen. *L. Meidingeri,* Perlfisch, hat an den Zähnen große Kronen und konvexe Kauflächen. *Squalius* mit 2. 5 — 5. 2 hakenförmigen Zähnen *Telestes* mit 2. 5 — 4. 2 spitzen, hakenförmigen Zähnen. *Phoxinus laevis,* Pfrille, hat 2. 5 — 4. 2 oder 2. 4 — 4. 2 Zähne mit hakenförmig umgebogener Spitze. *Chondrostoma* hat jederseits 5, 6 oder 7 Zähne in einfacher Reihe, seitlich komprimiert mit langer Krone, die Kiefer-

ränder sind scharfkantig. *C. nasus,* Näsling, mit 6—6 Zähnen. *C. genei* mit 5—5 oder 5—6 Zähnen.

Acanthopsidae, Familie der Schmerlen. Der obere Mundrand wird von den Zwischenkiefern allein gebildet. *Cobitis barbatula,* Schmerle, hat 8—10 Hakenzähne in einer Reihe. *C. fossilis,* Schlammpitzger, 10—12 solcher Zähne.

Cyprinodontidae, Familie der Zahnkarpfen, haben den Habitus der Cyprinoiden, sind aber von diesen durch die Kieferzähne und die hechelförmigen oberen und unteren Schlundzähne verschieden. *Cyprinodon s. Lebias* zeichnet sich durch einreihige, dreispitzige Kieferzähne aus, die in den einzelnen Arten dieser Gattung zu 14—20 an der Zahl in jedem Kiefer vorhanden sind. *Anableps tetrophthalmus* hat Sammetzähne, deren äußere Reihe beweglich ist. Bei diesen beiden Gattungen sind die Unterkieferstücke verbunden, aber nicht bei *Poecilia*; hier ist nur eine Reihe kleiner Kegelzähne vorhanden und auf jedem Schlundknochen 6—8 spitzkegelförmige Zähne.

Goniodontidae, Familie der Panzerwelse. Der Körper und der Kopf ist mit großen rauhen Knochenplatten bedeckt, auf denen oft zahnartige Gebilde stehen. Der Kopf ist in eine Schnauze verlängert, auf deren unterer Fläche der Mund liegt. Die Zähne sind winkelig gebogen. Die großen Oberkiefer tragen zur Bildung der Mundspalte bei. Heincke hat auf den Hautknochen von *Loricaria* und *Hypostomus* mit Schmelz überzogene kegelförmige Gebilde beobachtet, die sich ganz wie Zähne verhalten und mit den Hautknochen artikulieren. *Hypostomus horridus* zeigt eine lange Reihe dünner Borstenzähne. *Loricaria* hat in beiden Kiefern Zähne, die bei *L. barbata* zu 30—40 jederseits vorhanden sind.

Siluridae, die Familie der Welse, haben hechel- oder bürstenförmige, oft zweispitzige Zähne. Die Zwischenkiefer begrenzen den oberen Rand der Mundplatte. Die reduzierten Oberkiefer tragen Bartfäden. Am Vomer sind Sammetzähne in Streifen zusammengedrängt. Einige große Welse haben sehr starke und 4 cm und mehr messende große Zähne, die sehr fest am Knochen ankylosiert sind. *Silurus glanis,* Wels, der größte Flußfisch Europas, hat auch auf den Kiemenbögen eine Reihe Hakenzähne und auf den Schlundknochen Sammetzähne. *S. auritus* ist zahnlos. Bei *S. malabricus* stehen die Vomeralzähne in zwei Gruppen. *Cetopsis* hat nur eine einfache Reihe im Unterkiefer und am Vomer und eine oder mehr auf dem Praemaxillare. *Hypophthalmus* hat außerordentlich feine Kieferzähne und größere und schlanke Zähne auf den Kiemenbögen. *Pimelodus* hat höckerige Vomeralzähne. Bei *Bagrus* ist der Streifen Hechelzähne am Vomer oft in vier Abschnitte geteilt. *Malapterurus electricus,* Zitterwels, und *Aspredo* haben keine Gaumenzähne. *Arges cyclopum* hat zweispitzige Kieferzähne und einen zahnlosen Gaumen.

Characinidae, Familie der Characinen, hat bisweilen bezahnten Gaumen und zwar Palatinum und Pterygoideum, niemals den Vomer. Die Kieferzähne sind meist scharfspitzig von veränderlicher Form und Größe, bei einzelnen Arten den Haifischzähnen ähnlich. Bei *Serrosalmo* sind die Zähne am Zwischen- und Oberkiefer und am Gaumen sehr scharf. Ihrer Struktur nach bestehen dieselben vollständig aus Zahnbein mit Zahnkanälchen, aber am basalen Teile sind auch kleine Kapillarkanäle vorhanden und dieses Dentin weist sehr deutlich auf den Uebergang von vaskulärem zu hartem gefäßlosen

Zahnbein hin. *S. rhombeus* hat oben 6, unten 7, ferner 8 Pharyngealzähne, alle mit kleinem haifischartigem Basalhöcker. *Erythrinus* zeigt kleine gedrängte Kegelzähne und am Gaumen und den Schlundknochen Sammetzähne. *Macrodon* besitzt nur einen Fangzahn und ungleiche Kieferzähne, am Gaumen eine Reihe Kegelzähne und daneben Sammetzähne. *Hydrocyon* hat im Zwischenkiefer 6 scharfzackige Zähne und im Unterkiefer einen starken Fangzahn. *Pygocentrus niger* hat 6 starke Zähne im Zwischenkiefer mit ein- oder zweispitzigen Basalhöckern, unten 7 ebensolche.

Scopelidae, Familie der Leuchtfische. Der Zwischenkiefer bildet allein den oberen Rand des Mundes. Konische Zähne in den Kiefern und meist auch am Gaumen und auf der Zunge. *Paralepis* trägt nur im Unterkiefer und am Palatinum große schlanke Hakenzähne, die des Zwischenkiefers sind erst unter der Lupe erkennbar.

Sternoptychidae. Der obere Mundrand wird von den Ober- und Zwischenkiefern gebildet, die Zähne sind oft sehr lang. *Chauliodes sloani* charakterisiert sich durch einen großen Mund mit säbelförmigen Fangzähnen.

Stomiatidae. Der obere Rand des Mundes wird von den bezahnten Oberkiefern und Zwischenkiefern gebildet. *Stomias* zeichnet sich durch spitzige Kieferzähne aus, von denen die zwei vorderen größer sind.

4. Unterordnung: **Anacanthini. Weichflossenstrahler.**

Die unteren Schlundknochen sind getrennt.

Gadidae. Familie der Stockfische, Raubfische in der Tiefe des Meeres, zeichnen sich durch große Uebereinstimmung im Zahnbau aus. Zahlreiche konische scharfspitzige Zähne bewaffnen die Kiefer, den Zwischenkiefer, Vomer, die Kiemenbögen und Schlundknochen; ihre Unterschiede liegen in der relativen Größe und Krümmung der Zahnform. *Gadus morrhua,* Kabeljau. Die Zähne des Oberkiefers ordnen sich in einen breiten, im Unterkiefer in einen schmalen Streifen. Bei *G. merlangus* und *G. callarias* ist oben die äußere, unten die innere Reihe die größere. *G. aglefinus,* Schellfisch, englischer Haddock, weist eine eigentümliche Zahnbefestigung auf, wovon schon früher (vgl. S. 194) die Rede war. *Molva* und *Lota vulgaris,* Quappe, haben im Unterkiefer nur eine Reihe großer Zähne, während *Raniceps* unten zwei Reihen und im Oberkiefer zahlreiche kleine Zähne zeigt. Bei *Merlucius vulgaris,* Hechtdorsch, engl. Hake, sind in beiden Kiefern je zwei Reihen schlanker Zähne, die analog dem Lophius piscatorius befestigt sind; in der äußeren schmäleren Reihe sind die Zähne ankylosiert, und in der inneren längeren Reihe durch Scharniere befestigt (als bewegliche Zähne, sog. hinged teeth nach Tomes). Die Zähne, etwas zurückgebogen, sind sehr scharf und haben speerförmige Schmelzspitzen. Im frisch entwickelten Zustande erscheinen diese Zähne ganz rot gefärbt, was von dem reich vaskularisierten Vasodentin herrührt.

Ophidiidae, Familie der Schlangenfische, zeichnen sich durch kleine Zähne aus, welche die Kiefer, Gaumenknochen und den Vomer besetzen. Hierher gehören *Ophidium barbatum, Ammodytes tobianus* und *Fierasfer.*

Pleuronectidae, Familie der Schollen, Fische mit asymmetrischem Körper, verschobenen Kopfknochen und zweierlei Färbung.

An der Asymmetrie nimmt auch die Bezahnung teil. Bei den meisten Pleuronektiden bestehen die Zähne an den basalen Hälften aus typischem Vasodentin ohne Zahnkanälchen, wie bei den Gadiden; oberhalb der Mitte jedoch sind Zahnkanälchen sichtbar, die von einer zentralen Pulpahöhle ausstrahlen. Anfänglich sind nur wenige vorhanden, aber die Kapillarkanäle nehmen allmählich ab, so daß schließlich die Spitze des Zahnes nur aus gewöhnlichem Dentin besteht, in welchem nur wenige Kapillarkanäle vorhanden sind. Der Zahn hat an seiner Spitze eine Schmelzkappe. *Pleuronectes platessa,* Goldbutt, hat eine Reihe von etwa 20 Zähnen im linken und 3 kleinere Zähne im rechten Praemaxillare; ebenso ist das Verhältnis im Unterkiefer; die Pharyngealzähne sind flach und pflasterartig angeordnet. *P. flesus,* Flunder. *Solea vulgaris,* Soolfisch. Die Struktur der Zähne wurde bereits behandelt (S. 100). *Rhombus maximus,* Steinbutt, hat etwas spitzere Zähne, als die vorige Gattung, und in mehreren Reihen angeordnet. *Hippoglossus vulgaris,* Heiligenbutt, besitzt überall scharfspitzige Kegelzähne, die etwas gekrümmt und in den Kiefern mehr oder weniger asymmetrisch verteilt sind und im Oberkiefer in einer, im Unterkiefer in zwei Reihen stehen.

Scomberesocidae s. Pharyngognathi Weichflosser, deren untere Schlundknochen zu einem unpaaren mit stumpfen Zähnen besetzten Knochen verwachsen sind. Diese Fische sind, wie ihr Charakter, im allgemeinen auch in der Zahnbildung sehr verschieden. Bei den einzelnen Gattungen sind Sammet-, Bürsten-, Kegel-, Fang- und Höckerzähne in einer oder mehreren Reihen vorhanden, entweder nur auf den Kiefern oder zugleich am Gaumen, hier auf allen und nur einzelnen Knochen oder an den Schlundknochen allein. *Belone* zeigt in beiden Kiefern Kegelzähne, auf den Pharyngealknochen zwei kleine Platten mit spitzkegelförmigen Zähnen, bisweilen auch kleine Vomeralzähne. Bei *B. acus,* Hornhecht, stehen die oberen spitzigen Zähne in einem schmalen Streifen, unten nur in einer Reihe. *Scomberesox* hat äußerst feine Zähne, die einreihig angeordnet sind, der Gaumen ist zahnlos. *Hemirhamphus* zeigt kurzen Oberkiefer und verlängerten Unterkiefer; beide Kiefer tragen kleine Zähne, die in schmalen Streifen stehen. *Exocoetus evolans,* Flughecht, mit kurzem Kiefer, besitzt, wie alle anderen Arten dieser Gattung, auffallend kleine und minder zahlreiche Körnerzähne, die nur bei *E. cyanopterus* verlängert und scharfspitzig sind.

Chromidae, Familie der Flußlippfische, zeigen die Schlundknochen zu einer Naht vereinigt; die Fleischfresser haben spitzige Zähne, während letztere bei Phytophagen gelappt sind. Manche haben Ctenoidschuppen. *Chromis* und *Cychla* zeichnen sich durch Hechelzähne aus, die hinter der großen Reihe im Kiefer stehen; auch die Pharyngealzähne sind hechelförmig. *Etroplus* hat dreispitzige Zähne.

Pomacentridae mit Ctenoidschuppen ohne fleischige Lippen, mit hechelförmigen Pharyngealzähnen. *Amphiprion bifasciatus* und *Pomacentrus bifasciatus* haben eine Reihe kleiner gleicher, stumpfer Kegelzähne in jedem Kiefer und große Sammetzähne an den Schlundknochen. Bei den übrigens gleichen *Glyphidodon* sind die Zähne scharfrandig oder gekerbt und bei den verschiedenen Arten zu 36—40—50 und mehr an der Zahl vorhanden, im Oberkiefer meißelförmig, im Unterkiefer ausgerandet.

Holconoti, Familie der Rückenfurcher, mit Cykloidschuppen;

die Schlundknochen bilden ein Dreieck. Nur kleine Kieferzähne vorhanden. Hierher gehören *Hysterocarpus* und *Ditrema*.

Labridae, Familie der Lippfische, mit Cykloidschuppen und fleischigen Lippen, dicken Kieferzähnen und kegelförmigen oder platten Schlundzähnen, in Querreihen auf den unteren und oberen Pharyngealknochen. Der Oberkiefer ist meist zahnlos, ebenso Gaumenbein und Vomer; die Zähne auf dem Praemaxillare und Unterkiefer sind in einer oder mehreren Reihen angeordnet und variieren an Zahl, Größe und Form nach den einzelnen Gattungen. *Labrus*, die typische Species dieser Familie, besitzt alles kegelförmige lange Kieferzähne. *Choerops* zeigt verwachsene Seitenzähne. Bei *Julis* sind die Vorderzähne frei, die unteren Pharyngealzähne pflasterförmig, aber nicht zusammenfließend. *Pseudodax* zeigt in jedem Kiefer zwei Paar breite Schneidezähne mit schneidendem Seitenrand; die unteren Schlundzähne pflasterförmig und zusammenfließend. *Odax* hat scharfe Kieferränder und pflasterförmige Schlundzähne. Bei *Scarus*, Papageifisch (Fig. 61),

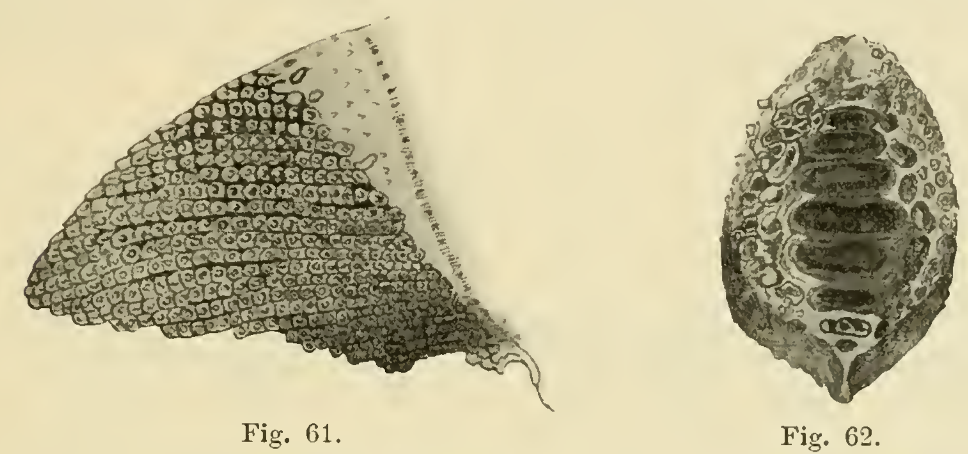


Fig. 61. Fig. 62.

Fig. 61. **Das dreiseitige Praemaxillare mit den Pflasterzähnen von *Scarus cretensis*.**
Fig. 62. **Zahnplatten von *Phyllodus*.** Nach Giebel.

ist die ganze äußere Kinnlade mit einer Art Mosaikpflaster bedeckt, das aus einzelnen Zähnen besteht, die in eine Masse zusammengepreßt sind, doch bilden sie nur die äußere Fläche und deren zunächstliegenden Rand, so daß der weichere Knochen einen Teil der Kaufläche bildet. Infolge der konstanten Abnützung jedoch ragt der von Dentin und Schmelz gebildete Rand stets mehr oder weniger scharf hervor. Bei diesem Fische sind die verwachsenen unteren Schlundknochen (wie bei allen Pharyngognathen) mit Pflasterzähnen bewaffnet; diesen gegenüber stehen die beiden oberen, in gleicher Weise besetzten Pharyngealknochen. Die Zähne sind ankylosiert und so gelagert, daß die Oberfläche stets rauh bleibt. Die jungen Zähne haben flache dünne Ränder wie die menschlichen Schneidezähne und sind meist mit Schmelz bekleidet. Wenn also die Verkalkung bis zur Obliteration der zentralen Pulpahöhlen vorgeschritten und der Zahn bis zu einem gewissen Grade abgenutzt ist, zeigt er nach außen einen Schmelzring, nach innen einen Dentinring und in der Mitte einen Knochenkern. Tomes bemerkt, daß infolge des verschiedenen Härtegrades der drei Gewebe die Oberfläche stets rauh bleibt. Die oberen Pharyngealknochen sind in gleicher Weise bewaffnet. Indem die Zähne und die sie stützenden Knochen sich abnutzen, entwickeln sich von hinten

her stets neue Zähne, so daß der ganze obere Pharyngealknochen eine Art von zurückschiebender Rückwärtsbewegung ausführt. Die Bewaffnung der unteren Pharyngealknochen wird in gleicher Weise erneuert, nur mit dem Unterschied, daß die neuen Zähne an ihrem hinteren, anstatt an ihrem vorderen Ende sich entwickeln.

Als *Phyllodus* (Fig. 62), wird eine Gattung bezeichnet, welche sich durch solche Zahnplatten auszeichnet und die im Pharynx eine Mittelreihe sehr großer querelliptischer oder länglicher Zähne tragen, welche von kleineren mehr oder weniger unregelmäßigen umgeben sind. Die obere Seite der Zähne ist konvex, die untere konkav und alle bestehen aus übereinander gelagerten Lamellen. Die vollständigen Platten lassen sich leicht nach der Größe und Form der Mittelzähne unterscheiden.

5. Unterordnung: **Acanthopteri. Stachelflosser.**

Diese Hartflossenstrahler haben meist Ctenoidschuppen und die unteren Schlundknochen sind nicht verwachsen. Es ist die zahlreichste Ordnung, die zwei Fünftel aller Fische enthält. Nur wenige sind fossil und nicht älter als die Kreideperiode.

Percidae, Familie der Barsche, mit Ctenoidschuppen; räuberische und gefräßige Fische mit weitklaffendem Rachen, welcher mit zahlreichen, jedoch nur kleinen Zähnen von pfriemförmiger oder bürstenförmiger Gestalt bewaffnet ist; diese Zähne verbreiten sich über die Kiefer, vorn quer über den Vomer, in Längsstreifen über den Gaumen, selbst noch über das Pterygoid, die konkave Seite der Kiemenbögen, die Zunge und die Pharyngealknochen. *Perca fluviatilis,* Flußbarsch, hat bürsten- oder sammetartige Zähne. *Labrax lupus,* Seebarsch, hat ebenfalls feine Bürstenzähne und etwas größere Kieferzähne. *Acerina cernua,* Kaulbarsch, hat nur sammetartige Zähne; ebenso *Aspro vulgaris,* Streber. Bei *Lucioperca sandra,* Sander, ragen kegelförmige Zähnchen unter den Sammetzähnen der Kiefer und des Gaumens am Praemaxillare hervor, vier im Unterkiefer und zwei jederseits im Palatum. Der Sander hat große wahre Fangzähne. Bei *Serranus* zeigt das Gebiß einen mehr raubgierigen Typus, indem lange spitzige Fangzähne aus den Bürstenzähnen hervortreten, während der Gaumen nur Sammetzähne trägt und die Zunge zahnlos ist. *S. scriba,* Zwitter, besitzt 3—4 große Fangzähne jederseits der Mitte von ungleicher Größe.

Mullidae, Familie der Meerbarben, meist mit fein gezähnelten Schuppen. *Mullus barbatus* hat nur einen schmalen Streifen Sammetzähne auf dem Unterkiefer und kleine stumpfe Vomeralzähne, die anderen Knochen sind zahnlos. *M. vittatus* zeigt auch im Praemaxillare und am Gaumen Sammetzähne. *Dentex vulgaris* hat namentlich 4 kräftig entwickelte Fangzähne. Der innere Alveolarrand ist mit Hechelzähnen besetzt.

Sparidae, Familie der Meerbrassen, mit großen Ctenoidschuppen. Zähne meist nur in den Kiefern, im Pharynx, selten kleine Vomeralzähne. Gaumenzähne fehlen durchweg. Die Zähne sind an Zahl, Form und Größe sehr variierend, jedoch so charakteristisch, daß sich die zahlreichen Arten danach gruppieren lassen. Die erste und mannigfaltigste Gruppe hat scharfe schneidende Zähne und stumpfe Backzähne, mitunter auch kräftige Fangzähne. Die Gattung *Sargus ovis,* über dessen Zahnstruktur wiederholt die Rede war (S. 102,

192 und Fig. 17), charakterisiert sich durch vordere meißelförmige Schneidezähne, die mit dem menschlichen große Aehnlichkeit haben. Auch *Sphaerodus annularis* (Fig. 63), aus der Kreide und in tertiären Schichten vorkommend, zeichnet sich durch halbkugelige und kugelige sockelartige Zähne aus; dieser Fisch zeigt oben und unten je 8 Schneidezähne, die sehr breit und menschenähnlich sind und oben drei, unten zwei bis drei Reihen Mahlzähne hinter sich haben. Bei *S. Rondeletii* stehen sie ebenso gerade, von den drei oberen Reihen der Mahlzähne ist die innere die größte, die mittlere die kleinste, während unten nur zwei Reihen vorhanden sind. Die Sphärodontiden werden viel zu den Lepidostiern gerechnet. *Charax puntazzo* besitzt ähnliche 8 schmale schiefe Schneidezähne, aber nur eine Reihe äußerst kleiner Molaren. Bei *Chrysophrys aurata,* Goldbrasse, dagegen sind die 4—6 Schneidezähne stets kegelförmig und die mindestens dreieckigen Mahlzähne abgerundet, oder die vorderen ebenfalls kegelförmig. Der Gattung *Pagellus* fehlen vordere größere Zähne; es sind nur Hechelzähne und kleine meist zweireihige Mahlzähne vorhanden, die Pharyngealzähne aber stark und hakig geformt.

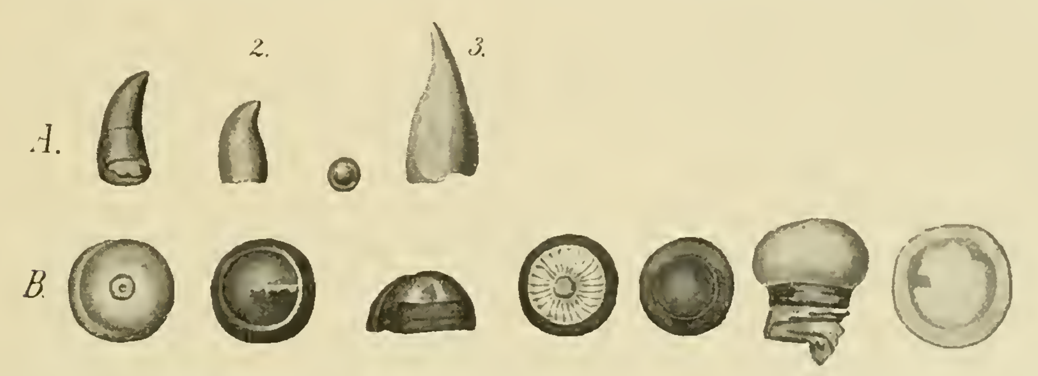


Fig. 63. **Zahnformen von *Sphaerodus*.** A. *1. 2.* (mit Querschnitt) *3.* werden als Vorderzähne gedeutet. B. Verschiedene Kugelformen. Nach GIEBEL.

Von allen diesen Gattungen verschieden und den Typus einer z w e i t e n Gruppe bildend ist *Cantharus.* Dieser Fisch besitzt nur Hechelzähne, von denen die vorderen etwas größer sind; *C. vulgaris* zeigt 5 hakige Vorderzähne.

In der d r i t t e n Gruppe der Spariden ist das Gebiß am wenigsten entwickelt. *Box* hat nur vorn eine Reihe flacher Zähne mit gekerbter Seite. *Scatharus* nur eine Reihe spitzer Zähne in beiden Kiefern.

Squamipennes, Familie der Schuppenflosser, mit Ctenoid-, selten mit Cykloidschuppen, Zähne auf den Kiefern, manchmal auch am Gaumen. Man teilt diese Fische in zwei Gruppen. Die e r s t e derselben hat Zähne am Gaumen und wird durch T o x o t e s repräsentiert; bei der z w e i t e n Gruppe, den C h ä t o d o n t e n fehlen Gaumen und Vomeralzähne.

Toxotes jaculator, Schützenfisch, besitzt nur Sammetzähne, auch auf dem Vomer und feinere auf dem Pterygoid, der Zunge und den Schlundknochen. Die *Chätodonten* haben meist Bürsten-, Hechel- oder Sammetzähne, und zwar nur in den Kiefern. Bei der typischen Gattung *Chaetodon fasciatus,* Klippfisch, sind die Borsten der unteren Bürste länger als die der oberen. *Zanclus* charakterisiert sich durch nach vorn geneigte Borstenzähne.

Triglidae s. Cataphracti, Familie der Panzerwangen, haben gedrängte, meist schwache Bürstenzähne in den Kiefern, manchmal auch auf Vomer, Palatinum und Pharynx. Bei *Uranoscopus scaber,* Sternseher, trägt das Praemaxillare drei Reihen, in der hinteren sind die mittleren Zähne größer, der Unterkiefer hat jederseits 6 große Kegelzähne und zwischen diesen kleine Bürstenzähne, die am Vomer sitzen, etwas größere auf den Gaumenbeinen; Zunge und Kiemenbögen sind zahnlos; der Pharynx zeigt kleine Raspelzähnchen. *Trachinus draco,* ein giftiger Fisch im Mittelmeer, hat auf Gaumen, Kiemenbögen, Vomer, Pterygoid und Pharynx Sammetzähne.

Sciaenidae, Familie der Umberfische, mit Ctenoidschuppen, haben gegenüber den Perciden stets zahnlose Gaumenbeine und Vomer. *Sciaena aquila* besitzt in jedem Kiefer eine Reihe spitzer, etwas hakiger Zähne und dazwischen kleinere. *Umbrina cirrhosa* zeigt feine Sammetzähne in schmalen Streifen auf den Kiefern und Schlundknochen. Bei *Corvina nigra* begrenzt eine Reihe Kegelzähne außen die Sammetzähne der Kiefer; die Pharyngealzähne sind dick und stumpfkegelförmig; bei anderen Arten dieser Gattung sind letztere sogar rund und pflasterförmig.

Pristipomatidae mit Ctenoidschuppen und Hechelzähnen, die manchmal fehlen. Bei *Therapon* fallen die Gaumen- und Vomerzähne früh aus. Bei *Pristipoma* ist die äußere Reihe der feinen Sammetzähne etwas größer.

Scomberidae, Familie der Makrelen. Die einzelnen Gattungen differieren in verschiedenen Charakteren und auch in bezug auf die Bezahnung. Die Form der Zähne repräsentiert Sammet-, Bürsten-, Kegel-, Fang- und Höckerzähne in einfacher oder mehreren Reihen, teils als Kieferzähne oder als Gaumenzähne oder nur als Pharyngealzähne. *Luvarus* ist völlig zahnlos. Viele Gattungen haben Sammetzähne, oft so fein, daß sie mit bloßem Auge kaum wahrgenommen werden, oder man sieht sie deutlich auf den Kiefern, Vomer, Zunge und Palatum. Bei einigen Gattungen stehen vor den Sammetzähnen im Kiefer ein bis zwei Reihen größerer Zähne. *Thynnus vulgaris* hat 40 kleine, nach hinten und innen gebogene Zähne in jeder Reihe, die unteren stärker als die oberen. *Pelamys sarda* hat oben 25, unten 20 dünne und komprimierte, zugleich auf den Gaumenbeinen nur eine Reihe sehr kleiner Zähne; der Vomer zahnlos. *Scomber scombrus,* Makrele, zeigt in jedem Kiefer eine Reihe von 38—40 kleinen, nach innen gekrümmten Kegelspitzen, eine Reihe kleinerer am Palatum, 3—4 am Vomer, und an den Pharyngealknochen lange Borstenzähne. Ueber die Entwicklung der Zähne bei den Skomberiden wurde schon früher (S. 137 u. 194) gesprochen. *Zeus faber*, Heringskönig, besitzt feine Hechelzähne, jedoch nicht auf den Gaumenbeinen, sondern auf Vomer und Kiemenbögen. *Caranx trachurus,* Stocker, hat, wie die meisten Arten, ungemein feine Kieferzähne und rauhe Gaumenplatten. Andere Arten zeigen stärkere Gaumenzähne und Sammetzähne auf der Zunge oder Kegel- und große Sammetzähne im Oberkiefer, während der Unterkiefer nur 2 Fangzähne aufweist. Bei *Xiphias gladius*, Schwertfisch, ist die lange Schnauze durch Zusammenwachsen der Kiefer und Zwischenkiefer mit dem Vomer, auf ihrer Unterfläche durch zottenartige Zähne besetzt, welche aber als Rudimente betrachtet werden müssen. Die Schlundzähne stellen feine Sammetzähne dar.

Teuthyidae, Familie der Lederfische, mit winzigen Ctenoid- oder Cykloidschuppen bedeckt, haben einen kleinen Mund und scharfe Kieferzähne, die nur in einer Reihe stehen. *Priodon* zeigt eine schwache Zähnelung des Zahnrandes, der bei den anderen Arten deutlich sägeförmig ist.

Sphyraenidae, Familie der Pfeilhechte, mit kleinen Cykloidschuppen, zeichnen sich durch spitzige ungleiche Zähne aus, die Kiefer und Palatinum bewaffnen, aber am Vomer fehlen. Die typische Gattung *Sphyraena vulgaris,* Spet, zeigt im Zwischenkiefer eine Reihe kleiner eng stehender Zähne und vorn 2 große, gekrümmte, komprimierte, scharfspitzige Fangzähne, ebenso 3—4 spitzige Zähne am Palatinum und 12—15 sehr kleine; im Unterkiefer 2 starke Fangzähne und 20 und mehr kleine, während der Pharynx Sammetzähne besitzt. *S. Baracuda* hat etwa 24 gerade komprimierte scharfe Zähne im Unterkiefer, von denen die zwei vorderen sehr groß sind. Sie greifen bei geschlossenem Rachen zwischen zwei obere Reihen am Praemaxillare und Palatinum, wo nach vorn ebenfalls 2 Fangzähne stehen und 11 große Zähne vorhanden sind. Die lanzettförmigen Zähne sind in deutliche Alveolen eingekeilt und an den Wänden schwach ankylosiert. *S. priscus* s. *Sphyraenodon* hat fast gleich große, leicht komprimierte starke Kegelzähne, die vertikale Streifung zeigen (Fig. 64).



Fig. 64. **Ein Kegelzahn von *Sphyraena priscus.***

Mugilidae, Familie der Meeräschen, mit Cykloid- oder Ctenoidschuppen, kurzer Schnauze, querem Mund; die mittlere Hervorragung der unteren Kinnlade paßt in eine Vertiefung der oberen. Das Gebiß ist äußerst schwach entwickelt; die dünnen zarten Zähne können oftmals kaum gefühlt werden, sie fehlen in vielen Fällen gänzlich. Bei einigen Gattungen sind sie über Gaumen und Vomer ausgebreitet. Die zahlreichen Arten der Gattung *Mugil* zeigen sämtlich nur je eine Reihe sehr feiner Zähnchen in beiden Kiefern. Bei *Atherina hepsetus* ist die einfache Zahnreihe erst unter der Lupe erkennbar; kleine kegelförmige Pharyngealzähne, die bei *A. brasiliensis* größer sind, sind außerdem noch vorhanden.

Gobiidae, Familie der Meergrundeln, zeigen in ihren Gattungen große Uebereinstimmung in ihrer Bezahnung. Mit wenigen Ausnahmen tragen nur die Kiefer Zähne, meist Sammetzähne oder einreihige kleine Kegelzähne. *Gobius niger* besitzt Sammetzähne mit einer äußeren Reihe von etwa 20 Hakenzähnen. Bei anderen Arten treten noch oben und unten je zwei Fangzähne hinzu. *Callionymus lyra,* Spinnerfisch, hat nur sehr feine Hechelzähne.

Blenniidae, Familie der Schleimfische. Der nackte schleimige Körper ist oft mit kleinen Cykloidschuppen bedeckt. In der Regel sind nur Kieferzähne vorherrschend, die in einer Reihe angeordnet sind und von denen einige oft als ganz enorme Fangzähne sich ausbilden. Mehrere Gattungen zeigen Pharyngealzähne, dagegen kommen Gaumen- und Vomeralzähne selten vor. *Blennius* besitzt eine Reihe starker Kegelzähne und meist mit Fangzahn. Die Zahl der Kegel variiert bei den verschiedenen Arten und beträgt zwischen 12 bis 60. *Anarrhichas lupus,* Seewolf, hat eine merkwürdige Bezahnung. Die Zwischenkieferzähne sind stumpfkegelförmig, in der vorderen Reihe

sehr groß, in der hinteren klein und unregelmäßig; diese nach vorn und außen stehenden Zähne treffen mit ähnlich gestalteten Zähnen des Unterkiefers zusammen, wo vorn 3 große Fangzähne jederseits und einige kleinere dahinter stehen, die zu zwei Reihen halbkugeliger Zähne überführen und nach hinten mit einigen Kegelzähnen endigen. Jedes Palatinum trägt eine Außenreihe kegelförmiger, an der Spitze abgerundeter Kauzähne und eine innere Reihe halbkugelförmiger; der Vomer zeigt zwei Reihen sehr großer kurzer flacher Zähne; die Pharyngealzähne sind kegelförmig. Alle Zähne sind nur leicht mit dem Knochen ankylosiert, indem ein kurzer Fortsatz von demselben vorspringt, der jedem Zahn zum Stützpunkt dient. Die Kiefer besitzen kräftige Muskeln. Der Seewolf lebt von Schellfischen, deren harte sägekantigen Schuppen von seinen stumpfen Zähnen zertrümmert werden, während er mit den spitzen Vorderzähnen die Beute von den Felsen, an denen sich die Fische anklammern, abbeißt. *Zoarces viviparus,* Aalmutter, gebärt bis zu 200 lebendigen Jungen, die vier Monate zu ihrer Entwicklung brauchen. Dieser Fisch trägt hinter der an 30 zählenden Reihen stumpfer Kegelzähne noch eine zweite von 10—12.

Pediculati, Familie der Armflosser, mit meist schuppenlosem Körper. Ungleiche pfriemförmige Zähne, die in jedem Kiefer eine Reihe bilden. Im Praemaxillare zeigt sich eine zweite Reihe längerer Zähne, am Vomer zwei Reihen und auf jedem Palatinunm sechs bis acht. Die einzelnen Arten unterscheiden sich nur durch die relative Größe der Zähne. *Chironectes pictus,* Krötenfisch, hat feine Hechelzähne; ebenso *Malthe vespertilio,* Fledermausfisch. *Lophius piscatorius,* Frosch- oder Seeteufel, besitzt die oben bezeichnete typische Bezahnung der Pedikulaten; über die charakteristische Art der Befestigung seiner Zähne wurde im allgemeinen Teile bereits gesprochen (S. 191).

Labyrinthici, Familie der Labyrinthfische, charakterisieren sich durch die oberen blätterigen Pharyngealknochen mit labyrinthartigen Zellenräumen, in denen das zur Befeuchtung der Kiemen nötige Wasser zurückgehalten wird. In ihrer Bezahnung schließen sich diese Fische den Gobiiden an. *Anabas scandens,* Kletterfisch, hat kegelförmige Pharyngealzähne und Sammetzähne auf Vomer, Praemaxillare und Unterkiefer; *Macropodus* zeigt Sammetzähne auf den Kiefern.

Fistularidae, Familie der Röhrenmäuler, mit röhrenförmig verlängerter Schnauze, paarigen unteren Schlundknochen und Ctenoidschuppen. Der Repräsentant dieser Familie ist der Pfeifenfisch, *Fistularia tabaccaria,* der ebenso wie der Schnepfenfisch, *Centriscus scolopax,* zahnlos ist.

6. Ordnung: **Dipnoi. Lurchfische.**

Die Dipneusten, auch Lungenfische genannt, insofern außer der Kiemenatmung auch Lungenatmung vorhanden ist, stehen an der Grenze zu den Amphibien, sie haben aber noch die Gestalt der Fische. Die Gesichtsknochen und namentlich die Kiefer sind verhältnismäßig stark entwickelt. Die Bezahnung besteht, wie bei den Chimären, aus senkrecht gestellten schneidenden Platten oder erinnert, wie bei den Ceratodiden, an die von Cestracion. Die Dipneusten zeichnen sich im allgemeinen durch messerartig zugeschärfte Zähne

aus, die als aus der Verwachsung vieler einzelner Zähne hervorgegangene Gebilde betrachtet werden müssen. Die paläozoischen Formen zeigen im Zahnbau wenig Abweichung von den rezenten.

1. Unterordnung: **Monopneumona.**

Der Körper ist mit großen Cykloidschuppen bedeckt. Der Vomer besitzt zwei schiefe schneidezahnähnliche Zahnlamellen. Der Gaumen trägt ein Paar große und lange Zahnplatten mit flacher wellenartiger Oberfläche und 5—6 scharfen Zacken an der Außenseite. Der Unterkiefer zeigt zwei ähnliche Zahnplatten.

Ceratodidae, eine Familie, die früher zu den Knochenganoiden gerechnet wurde, und durch die einzige Gattung *Ceratodus* (Fig. 65) repräsentiert. Im Unterkiefer sind große Mahlzähne vorhanden und Vomeralzähne; sie stehen auf Knorpeln, die mit einer porösen Knochenschicht überzogen sind und manche Analogie mit den Zähnen



Fig. 65 A. **Unterkiefer von *Ceratodus serratus* Forsteri mit den Zahnplatten.** $^1/_{10}$ nat. Gr. B. **Eine Zahnplatte.**

der Chimären zeigen. Die Zahnform ist schief unregelmäßig, drei-, auch vierseitig, mit einer geraden Seite, von welcher dachförmige Kiele oder Leisten nach der längsten Seite herablaufen und hier den Rand tief einzacken.

2. Unterordnung: **Dipneumona.**

Die eigentlichen Dipneusten mit paariger Lunge. Stumpfe Schnauze, dreieckige, weite Mundspalte.

Lepidosirenidae. Familie der Schlammfische. Die typische Gattung *Lepidosiren paradoxa* hat eine eigentümliche Bezahnung. Die Ränder der unteren Kinnlade bestehen aus Zahnplatten, die mit dem Knochen ankylosiert sind und an ihren Kanten fünf tiefe winkelige Eindrücke zeigen, in welche die Hervorragungen der oberen Platten hineinpassen. Die Kanten werden dadurch scharf erhalten, daß die vordere Fläche aus sehr dichtem und hartem Dentin besteht, während die Masse des Zahnes von großen Medullarkanälchen durchsetzt ist, wodurch sie weich bleibt. Diese Zahnplatten gleichen in Struktur und in der allgemeinen Anordnung denen des Ceratodus. Das Plattenpaar der Oberkiefer haftet zugleich noch am Palatinum und Pterygoideum. Der Zwischenkiefer besitzt zwei kleine schlanke, kegelförmige, leicht gekrümmte Fangzähne, die augenscheinlich zum Festhalten der Nahrung dienen, während die schneidenden Ränder der mit tiefen Eindrücken versehenen Platten den Bissen entzweireißen.

II. Klasse.

Die Amphibien.

Ueber den Kieferapparat, das Vorkommen der Zähne, die Form sowie die Entwicklung derselben haben wir bereits im Allgemeinen Teil gesprochen. Bei den Amphibien tritt im allgemeinen dem von Zähnen starrenden Fischrachen gegenüber eine bedeutende Beschränkung auf, während sich gleichzeitig in der Form ein mehr einheitlicher Charakter geltend macht. Auch in der Anordnung der Zähne ist nicht diese Willkür, wie bei den Fischen, vorhanden. Die Zähne stehen meist in einer Reihe, im Oberkiefer auch doppelreihig gruppiert. Bei den jetzt lebenden Amphibien sind die Zähne klein und von einfacher Form, gerade oder gebogen, die fossil bei der Kleinheit der meisten Amphibien selten erhalten sind.

Die Zahl der Species ist über 400, überwiegend sind die Batrachier mit etwa 350 Species. Von den fast 100 fossilen Arten gehören die ältesten Reste einer ausgestorbenen Abteilung an, den als besondere Ordnung zu trennenden Labyrinthodonten aus der Kohlezeit. Die folgenden treten erst im Tertiärgebilde auf. In den krokodilähnlichen zeigen sich eigentümlich gefaltete Zähne, denen sie den Namen Wickelzähner verdanken. Man trennt heute die ausgestorbenen Labyrinthodonten als besondere Klasse ab. Tatsächlich lassen sich diese Tiere in ähnlicher Weise von den rezenten Amphibien trennen, wie die Vögel von den Reptilien. Die große Verwandtschaft ist unverkennbar, aber stets vorhandene Eigentümlichkeiten trennen sie. (Dachsschädel der Stegocephalen etc.)

1. Ordnung: **Apoda s. Gymnophiona s. Ophiomorpha.**

Wegen ihres floß- und schwanzlosen Körpers wurden diese Tiere früher zu den Schlangen gerechnet. Die Schuppen sind cykloid; die Zunge ist angewachsen. Hechelzähne sind oben in zwei Reihen auf Kiefer und Gaumen, unten in einer Reihe vorhanden.

Caeciliidae, Familie der Blindwühler. Die Bezahnung zeigt entschiedene Schlangencharaktere. Die Zähne sind sehr schlank, scharfspitzig und hakenförmig gebogen, sowie durch Lücken voneinander getrennt. Die Zahl der Zähne beträgt bei den verschiedenen Arten von *Caecilia* 6 im Zwischenkiefer, 20 im Oberkiefer, 16 in der Gaumenreihe, 20 in der äußeren und 10—12 viel kleinere in der inneren Unterkieferreihe. *Siphonops annulata* besitzt kräftige spitzige Kiefer- und Gaumenzähne. *Epicrium glutinosum* s. *Ichthyophis glutinosus* zeigt schlanke mehr rückwärts geneigte Zähne.

2. Ordnung: **Caudata s. Urodela s. Ichthyomorpha s. Saurobatrachi.**

Die Schwanzmolche haben auf den noch nicht vereinigten Gaumenbeinen Haufen von Zähnen, manchmal auch auf dem Sphenoideum. Sonst stimmen diese Tiere in ihrer Bezahnung mehr untereinander überein und tragen sämtlich im Unterkiefer, Oberkiefer und hinteren Rand des Vomer zahlreiche Zähne.

1. Unterordnung: **Ichthyoidea**, Fischmolche oder Kiemenlurche.

Die Gaumenzähne stehen analog den Bürstenzähnen der Fische in Reihen angeordnet oder sie bilden am vorderen Rande der Gaumenbeine einen gekrümmten Bogen. Man unterscheidet zwei Gruppen dieser Unterordnung.

A. Die **Perennibranchiaten** mit persistierenden Kiemen meist ohne Oberkieferknochen; Vomer und Gaumenbein sind mit Reihen von Zähnen besetzt.

Sirenidae, Familie der Armmolche, mit der Gattung *Siren lacertina*, ist oft auf dem Zwischenkiefer und Oberkiefer zahnlos; ebenso teilweise auf dem Unterkiefer; nur das Operculare ist mit kurzen schiefen Reihen zahlreicher Zähnchen besetzt, mit ebensolchen zwei Gaumenplatten jederseits, deren vordere dem Vomer entsprechend 6—7 schiefe Reihen, deren kleinere hintere dem Pterygoid entsprechende vier Reihen trägt; die mittleren längsten Reihen zeigen je 11—12 Zähnchen.

Proteidae, Familie der Olme, mit der typischen Gattung *Proteus anguineus*. Im Zwischenkiefer ist jederseits eine Reihe von 8—10 feinen spitzen Zähnchen vorhanden; die Zahl ist im Unterkiefer größer, im Vomer sind in jeder Reihe 24 vorhanden, während der rudimentäre Oberkiefer zahnlos ist.

Menobranchidae, mit der Gattung *Menobranchus lateralis*, hat die gleiche Bezahnung wie Proteus, aber das Pterygoid besitzt auch einige Zähne. *Siredon pisciformis* trägt ebensolche feinspitzigen Zähne, wie Menobranchus, im Unter- und Zwischenkiefer und zahlreiche in Fünfform geordnete auf Vomer und Pterygoid.

B. Die **Derotremen** ohne Kiemenbüschel, mit Oberkieferknochen und meist einreihig gruppierten Gaumenzähnen.

Amphiumidae, Familie der Aalmolche, mit der typischen Gattung *Amphiuma*. Hier stoßen die Vomeralzähne vorn winkelig zusammen. *A. means* hat 4—5 Zähne im Praemaxillare, 15—16 jederseits im Ober- und Unterkiefer. *A. tridactylum* hat 4 Zähne im Zwischenkiefer, 31—32 im Oberkiefer, 24 im Unterkiefer, 26—28 in jeder Reihe des Vomer.

Menopomidae mit *Menopoma alleghaniense*. Kleine kegelförmige Kieferzähne, die gleichmäßig und leicht gebogen sind; auf dem Vomer sind die Zähne noch kleiner. *Cryptobranchus japonicus*, Riesenmolch, über 1 m langes Tier, mit großen starken komprimierten Zähnen, die zu 14 jederseits am Innenrand des Praemaxillare vorhanden sind; die beiden Vomer zeigen 64 lange hakenförmige einwärts gebogene Zähne. Die Zunge ist in ihrer ganzen Länge angewachsen. Zu den Riesenmolchen gehört auch der Riesensalamander, *C. primigenius s. Andrias Scheuchzeri* aus der tertiären Süßwasserformation von Oehningen, dessen Reste man für fossile Menschenknochen gehalten hatte (SCHEUCHZERS *Homo diluvii testis*).

2. Unterordnung: **Salamandrina.**

Die Molche haben einen eidechsenartig geformten Körper. Die Gaumenzähne bilden zwei öfter in der Medianlinie am Hinterrande der Gaumenbeine vereinigte Streifen.

Salamandridae, Familie der Erdmolche, mit der Gattung *Salamandra maculosa* und *S. atra* besitzt in beiden Kiefern je 60 Zähne und mindestens 40 in jeder Gaumenreihe. Bei dem nordamerikanischen *Plethodon* kommen außer den Vomeralzähnen noch dicht stehende Zähne am Sphenoid vor.

Tritonidae, Familie der Wassersalamander mit der typischen Gattung *Triton*, deren Zähne gegenüber Salamandra weniger groß sind und weniger gleichmäßig sowie in kleinerer Zahl vorhanden. Namentlich in den Gaumenreihen sind die Zähne auffallend klein. Die nordamerikanischen Arten von Triton haben auch Sphenoidalzähne bis zu 300 und mehr.

3. Ordnung: **Batrachia s. Anura s. Theriomorpha.**

Die schwanzlosen Lurche oder Frösche haben meist vorn angewachsene Zunge und ebenso meist zahnlosen Unterkiefer. Zwischen den Aesten des letzteren ist gewöhnlich die Zunge derart befestigt, daß ihr hinterer Abschnitt frei bleibt und als Fangapparat aus dem weiten Rachen hervorgeklappt werden kann. Wenige Batrachier sind zahnlos und meist finden sich kleine Hakenzähne in einfacher Reihe wenigstens am Vomer, bei den Fröschen und Pelobatiden auch am Ober- und Zwischenkiefer. Bei den Larven der Anuren, Kaulquappen, sind Hornkiefer und Hornkiefer vorhanden. Die Larvenzähne stehen zwischen Epithel und Mundschleimhaut auf leistenartigen Verdickungen.

1. Unterordnung: **Aglossa.**

Zungenlose Froschlurche.

Pipidae, mit der Gattung *Pipa dorsigera*, Wabenkröte, hat zahnlose Kiefer und Gaumen.

Dactylethridae, mit der Gattung *Xenopus capensis*, Krallenfrosch, mit Zähnen am Oberkiefer und Zwischenkiefer.

2. Unterordnung: **Oxydactylia.**

Batrachier mit frei beweglicher Zunge.

Ranidae, Familie der Wasserfrösche. Oberkiefer, Zwischenkiefer und meist auch Vomer zeigt kleine Hakenzähne. Bei *Rana esculenta*, Wasserfrosch (Fig. 2), bilden die Zähne auf dem Rände des Oberkiefers eine einzelne Reihe und ihre Spitzen ragen nur wenig über die Schleimhaut hervor, und die wenigen Vomeralzähne besetzen nur einen kleinen Raum. Der zahnlose Unterkiefer stößt an die Innenseite der oberen Zähne und da keine Lippe vorhanden ist sondern nur eine abgerundete Fläche, so paßt der Kiefer genau auf die Innenfläche der oberen Zähne. Auf diese Weise ist der Raum für die sich entwickelnden Zahnsäckchen sehr beschränkt, die bis zu ihrer vollen Ausbildung durch Resorption des älteren festen Knochens und ihres Vorgängers im Gebisse Platz finden. Ueber die Befestigung der Zähne ist schon früher (S. 193) die Rede gewesen. Die Froschzähne bestehen aus hartem Dentin, das von einem außerordentlich dünnen Schmelzhäutchen bedeckt ist. Die Kinnladen der Kaulquappe sind mit zahnförmigen Platten bewaffnet, die dem Schnabel

einer Schildkröte ähnlich sehen, und die von der Entwicklung der wirklichen Zähne abgestoßen werden. Jedenfalls ist es unmöglich, irgendwelche Zahnkeime zu entdecken, während die hornigen Schnäbel noch im Gebrauch sind. Der Wasserfrosch hat 8 Zähne in jedem Zwischenkiefer, sehr zahlreiche im Oberkiefer, die bei *R. temporaria s. fusca,* dem braunen Grasfrosche, auf 30 herabsinken, bei *R. pipiens* aber wieder auf 60—70 nebst 10—12 im Zwischenkiefer sich steigern. Auch am Gaumen sind hier einige kleine Zähne in querer Reihe vorhanden. *Hemiphractus* hat im Unterkiefer eingewachsene Zähne und bezahnten Oberkiefer und Gaumen.

Pelobatidae, Familie der Unken oder Krötenfrösche, zeigt bezahnten Oberkiefer. *Pelobates fuscus* hat 5 starke Vomeralzähne.

Bufonidae, Familie der Kröten, mit der typischen Gattung *Bufo,* ist gänzlich zahnlos.

3. Unterordnung: **Discodactylia,**

Batrachier mit Zunge.

Hylidae, Familie der Laubfrösche. Kiefer meist mit Zähnen. *Dendrophryniscus* hat zahnlosen Oberkiefer. *Cophomantis* hat Vomeralzähne, die bei der vorigen Gattung fehlen. *Micrhyla* besitzt Zähne im Oberkiefer. *Hylodes* zeigt zwei ziemlich voneinander abstehende Zahnreihen.

4. Ordnung: **Stegocephala s. Labyrinthodonta s. Ganocephala.**

Diese sog. Wickelzähner oder Panzerlurche (Devonische Panzerganoiden) der Kohlen- und Triasformation zeichnen sich durch starke Beschuppung des Körpers und durch Knochenpanzerung des Kopfes aus. Sie sind meist den jetzt lebenden Urodelen verwandt. Die typische Gattung ist das *Labyrinthodon,* dessen eigentümliche Zahnstruktur schon beim Labyrinthodentin beschrieben wurde (Pag. 97). Die Oberfläche der Zähne besitzt bei einem Teile dieser Tiere tief gewundene zusammengedrückte Platten, die namentlich am Grunde des Zahnes sich tief in die Zahnmasse hinein erstrecken und auf einem Querschnitt als gewundene Linien sichtbar sind, was die Bezeichnung Labyrinthodonten gerechtfertigt erscheinen läßt. Diese labyrinthähnlichen Zähne sind aber nur bei dieser einen Gattung vorhanden, während die übrigen Stegocephalen einfach gebaute Zähne besitzen. Das Labyrinthodon zeichnet sich durch seine eigentümliche Bezahnung aus. Die Zähne besetzen nicht nur die Kiefer und Flügelbeine, sondern auch die Gaumenbeine und den Vomer. Die Form der Zähne ist überall kegelartig; sie sind von verschiedener Größe, auch deutlich in Vorderzähne, Eckzähne und Backzähne geschieden, an der Oberfläche vertikal gefaltet oder gestreift und in leichten Vertiefungen oder Alveolen ankylosiert; die Ersatzzähne entwickelten sich, nach Tomes, wahrscheinlich wie beim Frosch an der inneren Seite der bereits vorhandenen Zähne, da man keine Spur von Aushöhlungen innerhalb des Knochens findet. Am Rande des Oberkiefers zeigt das Labyrinthodon eine Zahnreihe, deren einzelne Zähne viel größer und länger als die anderen sind. Im Unterkiefer stehen die ähnlich geformten Zähne in einer Art unvollständiger Doppelreihe und zwischen den kleineren Zähnen befinden sich keine größeren Hauer, son-

dern sie stehen in ununterbrochener Reihe nach außen von ihnen. Die Gattungen bieten zum Teil sehr charakteristische Unterschiede.

Die Familie **Archegosaurii** zeigt nur wenig gefaltetes Zahnzement. Hierher gehören *Archegosaurus, Dendrerpeton, Amphibamus. Archegosaurus* (Fig. 66) zeichnet sich durch schlanke Kegelzähne aus, deren Spitze etwas zurückgebogen ist und deren weite Basis unmittelbar mit dem Schädel verwachsen ist. Unterhalb der sonst glatten Zahnspitze zeigen sich feine Rinnen, die zur Basis ziehen, so daß man je nach der Größe der Zähne von 8—32 Streifen zählt. Jeder Zahn hat eine innere Kegelhöhle, von welcher offene Lamellen in die Zahnsubstanz radial eindringen. Auf dem Praemaxillare stehen bis zu 16 vollständig ausgebildete gleichgroße Zähne, zwischen welchen andere in der Entwicklung begriffene sich zeigen. Die 50—60 Zähne der Oberkieferreihe, welche denen des Zwischenkiefers gleich sehen, werden allmählich so klein, daß sie die Größe feiner Nadelspitzen zeigen. Ebenso verkleinern sich die Zähne des Unterkiefers von der Symphyse nach hinten zu. Von der Zahnreihe des Palatum und des Vomer sind nur die fünf vorderen vorhanden, welche viel größer als die Maxillarzähne sind.



Fig. 66. **Ein Zahn von *Archegosaurus* mit Querschnitten.**

Die Familie der **Mastodonsaurii**, der wahren Labyrinthodonten, umfaßt die Gattungen *Odontosaurus, Anthracosaurus, Trematosaurus,* (Fig. 3), *Mastodonsaurus* und zeichnet sich durch stark gefaltetes Zement der Zähne aus. *Mastodonsaurus* (Fig. 67) zeigt in der

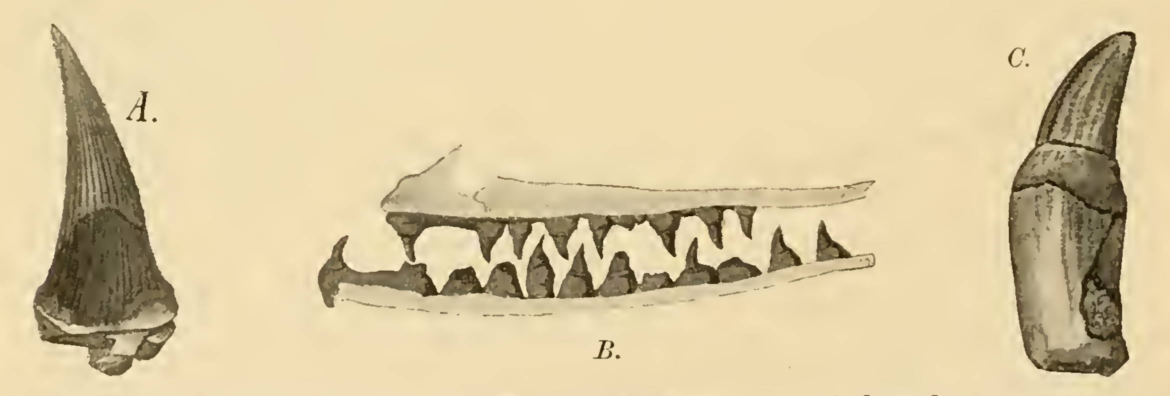


Fig. 67. A **Fangzahn von *Mastodonsaurus*.** B **Kieferzähne von *Mosasaurus*.** C **Zahn desselben Tieres mit geöffneter Basis.** Vgl. Fig. 77.

äußeren oberen Reihe auf dem Maxillarrande über hundert Zähne, deren vordere ovalen Querschnitt haben und etwas größer sind; die sieben ersten können als Schneidezähne betrachtet werden. An der Palatinalreihe und der Vomeralreihe sind vorn 3 große Fangzähne, denen viele kleine folgen. Der Unterkiefer zeigt vorn einen großen Fangzahn der durch ein Loch des Oberkiefers bei geschlossenem Rachen durchgreift; die anderen Zähne des Unterkiefers sind klein. Alle Zähne sind längsgestreift und warzenartig an der Spitze. *Trematosaurus* (Fig. 3) zeigt in der äußeren Reihe des Oberkiefers bis zu 70 Zähne, von denen die vorderen etwas größer als die anderen sind, welche gleichmäßige und kleine Gestalt haben, und

hinten folgen 20 Zähne in der inneren Reihe, von denen acht größer werden, dann vier sehr kleine und zwei große. Im Unterkiefer steht vorn ein großer Fangzahn, während die übrigen kleine und schlanke Kegel bilden. Bei *Odontosaurus* nehmen die Zähne der oberen Reihe nach vorn an Größe zu.

Die Familie der **Microsaurii** besitzt einfache Zähne oder mit wenig gefaltetem Zement.

III. Klasse.

Die Reptilien.

Die Reptilien sind mit Schuppen, Schildern oder Panzer bekleidete Kaltblüter. Die Schuppen sind bisweilen verknöchert und bilden die sogenannten Hautknochen. Die Knochen des Skelettes sind zahlreicher und härter als bei den Amphibien. Der Schädel ist klein und flach. Die Gesichtsknochen (Kiefergaumenapparat) sind weit vorspringend, bei den Schlangen und Eidechsen beweglich unter sich und mit den Schädelknochen verbunden, so daß Ausdehnungen und Verschiebungen nach vorn und seitwärts ermöglicht werden. Bei den Krokodilen und Schildkröten ist nur der Unterkiefer beweglich. Die Kiefer, oft auch Pterygoid und Palatinum besitzen meist Fangzähne in Form von konischen Haken. Nur selten kommen Faltungen des Dentins oder des Schmelzes vor, ebensowenig gezähnelte Kronen. Die Maxillarzähne sitzen entweder am oberen Rande (Akrodonten) oder an einer äußeren Leiste (Pleurodonten) (vgl. Fig. 68). Die Zähne sind entweder solide (Aglyphodonten) oder an ihrer Basis

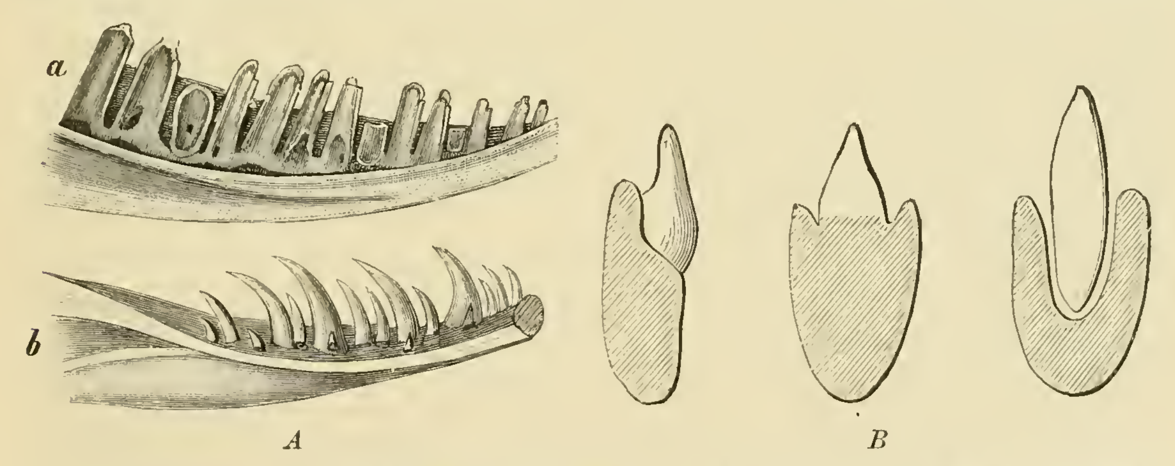


Fig. 68. A. *a* **Unterkiefer von** ***Lacerta vivipara***, *b* **von** ***Anguis fragilis***, beide nach Leydig. B **Drei Schemata** für a pleurodonte, b akrodonte und c thekodonte Saurier. Nach Wiedersheim.

mit einer Höhlung versehen (Coelodonten), die von der Pulpa ausgefüllt ist. Eine besondere Art der Zahnbildung bieten die sogenannten Giftzähne der Schlangen (Solenoglyphen, Glyphodonten). Ueber die Formen, Struktur und Entwicklung der Reptilienzähne war im Allgemeinen Teile schon die Rede. Das Vorkommen der Zähne beschränkt sich nicht auf die Kieferknochen, sondern es sind auch am Gaumen und Pterygoid Hakenzähne vorhanden, welche dann häufig, wie bei den viperinen Schlangen, eine innere

Bogenreihe am Gaumengewölbe bilden. Entweder ist Palatum und Pterygoid allein, oder es sind beide Knochen gleichzeitig mit Zähnen bewaffnet, bisweilen sogar zweireihig. Die Zahl der Zähne verliert nicht nur bei den Eidechsen, sondern bei den Fischen und Amphibien überhaupt, die große Bedeutung, welche sie bei den höchstentwickelten Vertebraten, den Säugetieren, hat. Im allgemeinen ist die Zahnzahl groß und unbestimmt, bei einzelnen Gruppen oder Arten schwankend, an verschiedenen Stellen in den Reihen und zu unbestimmter Zeit ausfallend. Nur bei einigen Species ist die Anzahl konstant. Die Schildkröten sind zahnlos; bei den herbivoren Sauriern fehlen die Zähne oft ganz oder die Schnauzenspitze ist zahnlos, während die Zähne hinten dicht geschlossen aneinander liegen. Bei anderen Formen sind sie nur im vorderen Schnauzenteile rechenförmig gruppiert. Die Formunterschiede der Zähne in derselben Reihe und bei demselben Tier sind nur geringer Art und beziehen sich im allgemeinen auf die Größe, Krümmung und mehr oder weniger scharfe Zähnelung. Die rezenten Reptilien haben in der Regel gerade oder gebogene Kegelzähne. Bei Rhachiodon ragen die unteren mit Schmelz überzogenen Dornfortsätze der vorderen Wirbel in den Oesophagus; sie dienen zum Zerdrücken der Vogeleier.

1. Ordnung: **Ophidii s. Serpentes.**

Wie schon früher betont wurde, zeichnet sich der Kieferapparat der Schlangen durch seine enorme Dehnbarkeit aus, wodurch diese Tiere ihre Nahrung in größeren Portionen verschlucken können. Die Kieferbewaffnung wird von zahlreichen nach hinten gekrümmten Fangzähnen gebildet, welche den Unterkiefer in einfacher, den Oberkiefergaumenapparat in doppelter mehr oder weniger vollständig besetzten Bogenreihe ausfüllen. Auch im Praemaxillare, wie bei Python, können Hakenzähne vorkommen. Die Bezahnung ist bei den Opoterodonten eine unvollständige. Außer den soliden Hakenzähnen, die zum Festhalten der Beute dienen, kommen bei den Giftschlangen die schon erwähnten Giftzähne vor, über deren Bau und Mechanismus im Allgemeinen Teil die Rede war. Auch Furchenzähne finden sich in größerer Zahl. Diese Zähne sind unbeweglich und besitzen an ihrer vorderen Fläche eine Furche. Sie sitzen nicht immer an der gleichen Stelle. Bei einigen Schlangen, den Proteroglyphen, sind sie sehr weit vorn im Oberkiefer, während sie bei den Opisthoglyphen am hinteren Teil des Oberkiefers hinter eine Reihe gewöhnlicher Hakenzähne gestellt sind. Bei den Schlangen, die weder Hohlzähne noch Furchenzähne haben, den Aglyphodonten, ist der Oberkiefer am größten.

Alle Schlangen sind Karnivoren. Die Familien und Spezies zeigen nur geringe Unterschiede, und die Arten sind oft schwer zu unterscheiden.

1. Unterordnung: **Opoterodonta. Wurmschlangen.**

Diese Gruppe zeigt nur im Oberkiefer oder im Unterkiefer solide Hakenzähne.

Typhlopidae. Familie der Blindschlangen, mit der Gattung *Typhlops lumbricalis*, welche Zähne im Oberkiefer besitzt. *Stenostoma nigricans* hat Zähne im Unterkiefer.

2. Unterordnung: **Colubriformia.**

Bei den Familien dieser Gruppe sind beide Kiefer mit soliden Hakenzähnen bewaffnet; der letzte Zahn des Oberkiefers kann ein Furchenzahn sein und dann entweder ohne Giftdrüse bleiben oder mit dem Ausführungsgange einer kleinen Giftdrüse in Verbindung stehen. Hierher gehören die Aglyphodonten und Opisthoglyphen (giftlose Schlangen).

Uropeltidae, Familie der Schildschwänze. Der Rachen ist nicht erweiterungsfähig, Zähne in beiden Kiefern vorhanden, aber in gegeringer Zahl. Der Gaumen ist zahnlos. Typische Gattung ist *Uropeltis philippinus.*

Tortricidae, Familie der Wickelschlangen. Vollständige Bezahnung mit kleinen Zähnen, auch am Gaumenbein. Hauptgattungen *Tortrix scytale* und *Cylindrophis rufa.*

Pythonidae, Familie der Riesenschlangen. *Python* zeigt stets einen bezahnten Zwischenkiefer mit zwei Zähnen jederseits. Die schlanken, an der Spitze gekrümmten Kiefer- und Gaumenzähne nehmen nach hinten an Größe ab. *P. tigris* zeigt im Zwischenkiefer meist nur einen Zahn jederseits, im Oberkiefer 12, jedoch für 18 die Gruben, ebenso im Gaumenbein 6 Gruben und nur 4 Zähne, im Pterygoid je 8 und 5. *Boa,* Riesenschlange, hat zahnlose Zwischenkiefer. Die Zähne der Kiefer- und Gaumenreihen sind ziemlich gleich groß und werden nach hinten zu kleiner. *B. constrictor* hat nach Owen 4 kleine Zähne, die sonst andere Autoren nicht erwähnen, und die einen wichtigen Gattungsunterschied gegen Python aufheben würden; der Oberkiefer hat 8, der Unterkiefer 8—9 Zähne; der Gaumen 3—4, das Flügelbein 5—6. Die anderen Arten haben auch zahnlose Zwischenkiefer (Owen).

Colubridae, Familie der Nattern, zeichnet sich durch vollständige Bezahnung aus. Die umfangreiche typische Gattung *Coluber* schließt alle nicht giftigen Schlangen (Aglyphodonten) ein, welche die Uebergangsformen zu den eigentlichen Giftschlangen bilden. Die kurzen, gleich großen, spitzen und gekrümmten Zähne variieren bei einzelnen Arten. *Coronella austriaca* hat einen großen Fangzahn am Ende der oberen Reihe. *Tropidonotus,* Ringelnatter, zeigt meist hinten im Oberkiefer einen oder mehrere sehr kräftige lange Zähne.

Dendrophidae, Familie der Baumnattern. *Dendrophis picta* besitzt sehr kleine Kiefer- und Gaumenzähne; die letzten im Oberkiefer sind aber stärker, bedeutend länger und gefurcht. Bei *Dryophis argentea* verlängern sich einige Zähne vor den Augenhöhlen zu starken Fangzähnen, die übrigen Fangzähne sind klein und nach hinten gerichtet.

Psammophidae, Familie der Sandnattern, auch Anisodonten genannt, wegen ihrer ungleichmäßigen Bezahnung. Vorn und hinten sind in beiden Kiefern größere Fangzähne vorhanden; der hinterste Zahn im Oberkiefer ist gefurcht. Bei *Psammophis lineatus* sind nur die hinteren oberen und die vorderen unteren Zähne verlängert; bei *P. moniliger* befindet sich zugleich noch ein sehr langer Fangzahn unter dem Auge.

Dipsadidae, Familie der Erdnattern. Die typische Gattung *Dipsas* mit ihren zahlreichen Arten hat teils sehr kleine, dicht stehende kammförmige Zähne, teils größere, minder zahlreiche; bald

sind in beiden Kiefern die vorderen größer, bald nur oben die hinteren und auch gefurcht. Bei *D. dendrophila* ist der letzte Zahn des Oberkiefers wenig lang und gefurcht.

Scytalidae mit *Scytale coronatum.* Der hintere Oberkieferzahn ist am längsten und gefurcht.

Homalopsidae, Familie der Plattschnauzen. *Homalopsis* hat nach hinten vergrößerte Zähne, überhaupt dickere, spitze, hakige, bisweilen mehrere gefurchte, am Gaumen sehr starke Zähne.

Rhachiodontidae mit der typischen Gattung *Rhachiodon* s. *Dasypeltis.* Kieferzähne nur wenig entwickelt und so klein, daß sie leicht zu übersehen sind. Die Frontzähne in beiden Kiefern sind nicht vorhanden; nur die hinteren fehlen nicht.

Oligodontidae, mit der Gattung *Oligodon,* haben wenige Zähne im Oberkiefer und die Gaumenbeine sind oft zahnlos.

3. Unterordnung: **Proteroglypha.**

Giftschlangen mit großen Furchenzähnen, welche vorn im Oberkiefer stehen, hinter denselben finden sich meist noch solide Hakenzähne, mit welchen auch Palatum und Pterygoid, sowie der Unterkiefer bewaffnet sind.

Elapidae, Familie der Prunknattern mit der Gattung *Elaps corallinus,* Korallenschlange, hat schon etwas größere Giftzähne, aber ebenfalls oft noch kleine Oberkieferzähne. *Naja tripudians* s. *Cobra,* Brillenschlange. Die Giftzähne sind nicht sehr lang, stehen stets aufrecht und sind auf der langen und nicht beweglichen Maxilla ankylosiert, die außer dem Giftzahn noch eine veränderliche Zahl kleiner unbedeutender Zähne besitzt.

Hydrophidae, Familie der Seeschlangen, hat die kleinsten Giftzähne, der Biß wirkt tödlich, oft erst noch einigen Tagen. Meist sind auch einige kleine Zähne im Oberkiefer vorhanden, während das ganze Zahnstück des Unterkiefers bewaffnet ist. *Hydrophis* s. *Pelamys bicolor* hat 5 oder mehr Zähne auf dem Maxillare, von denen der erste der allerlängste ist und an seiner Vorderfläche eine Rinne hat, die so tief ist, daß sie fast einer Röhre ähnlich sieht; dieselbe dient dazu, das Gift in die durch den Zahn erzeugte Wunde zu befördern.

4. Unterordnung: **Solenoglypha.**

Hohlzähnige Giftschlangen. Der kleine Oberkiefer trägt jederseits einen einzigen Giftzahn, der vorn nicht gefurcht ist, sowie einen oder mehrere Ersatzzähne. Außer diesen besitzen Palatum und Unterkiefer solide kleine Hakenzähne.

Viperidae, Familie der Ottern, mit der typischen Gattung *Vipera,* wo die Giftzähne die bedeutendste Größe erreichen und stark rückwärts gekrümmt sind. Der Giftzahn der Viperiden unterscheidet sich von dem der Hydrophiden. Bei Hydrophis hat dieser Zahn, obschon der Giftkanal in einer ziemlichen Länge ganz geschlossen ist, eine deutlich erkennbare Linie an seiner Vorderseite; bei Vipera dagegen sind die Lippen der Furche abgeflacht und passen ineinander, so daß auch nicht eine Spur ihrer Vereinigungsstelle an der glatten Oberfläche des Zahnes zu entdecken ist. *Pelias berus,* Kreuzotter, gehört auch zu dieser Familie.

Crotalidae, Familie der Grubenottern, mit dem typischen *Crotalus durissus*, Klapperschlange, und *Bothrops atrox* s. *Craspedocephalus*, Grubenotter, hat analoge Bezahnung mit den Viperiden und stark rückwärts gekrümmte Giftzähne.

2. Ordnung: Saurii. Eidechsen.

Ein wichtiger Charakter des Oberkiefergaumenapparates der Eidechsen gegenüber dem der Schlangen beruht auf dem Mangel der Verschiebbarkeit der Kieferknochen. Auch die Bezahnung bietet nach Form, Bau und Befestigung der Zähne eine weit größere Mannigfaltigkeit als bei den Schlangen; die Zähne haben meist nach hinten gebogene Haken, bisweilen sind sie meißelförmig, kegelförmig, gestreift oder gerippt. Die Gaumenzähne bilden keinen geschlossenen Bogen, sondern kleine Seitengruppen am Pterygoid. Sie sitzen, stets durch Knochenmasse befestigt, unmittelbar auf den Knochen, wie schon bei der Bezahnung der Reptilien erwähnt wurde. Neue Zähne entwickeln sich das ganze Leben hindurch zum Ersatz der älteren, welch letztere ausfallen, indem die bindende Knochenmasse zusammen mit den unteren Partien des Zahnes resorbiert wird. Die Zunge ist entweder dick und fleischig und nicht vorstreckbar: *Crassilinguia,* oder etwas vorstreckbar und am vorderen dünnen Ende ausgebuchtet: *Brevilinguia,* oder sie ist wurmförmig, an der Spitze kolbig verdickt, weit vorstreckbar: *Vermilinguia,* oder wie bei den Schlangen dünn und lang gespalten und oft aus einer eigenen Scheide vorstreckbar: *Fissilinguia.* Nach diesen Eigenschaften der Zunge werden auch die betreffenden Unterordnungen der Eidechsen aufgestellt.

1. Unterodnung: Crassilinguia. Dickzüngler.

Die östliche und westliche Hemisphäre zeigen überraschend ähnliche Typen, die aber — mit Ausnahme der Askalaboten — nach dem Zahnbau eine scharfe Scheidung ermöglichen; alle Bewohner von Amerika sind Pleurodonten, während die der alten Welt Akrodonten sind.

Ascalabotae, Familie der Geckonen. Alle sind Pleurodonten ohne Gaumenzähne und besitzen sehr zahlreiche, spitze, schlanke und einfache Zähne. Bei einzelnen Arten zählt man etwa 35, von denen die ersten sechs länger sind und im Praemaxillare stehen. Die Kronen der hinteren Zähne werden etwas größer, sie sind komprimiert, mit schneidenden Rändern. Bei *Ptyodactylus fimbriatus* steigt die Zahl bis auf 70—74 jederseits. *Thecadactylus laevis* hat 35 Zähne, von denen die 6 ersten im Zwischenkiefer länger sind. Die Kronen der hinteren Zähne sind komprimiert mit schneidenden Rändern (Fig. 69).

Iguanidae, Familie der Leguane oder Kammeidechsen, Baumagamen, zerfällt nach ihrer Bezahnung in zwei Gruppen, Pleurodonten und Akrodonten. Zu den Pleurodonten gehören:

Iguana, die typische Gattung (Fig. 36), mit 2—3 unregelmäßigen Gaumenreihen und 47—49 gezackten Kieferzähnen in jeder Reihe. *Cyclura* zeichnet sich durch zwei- oder dreilappige Form der Kronen aus und durch die einfachen Gaumenreihen. Bei *Polychrus marmoratus* ist die vordere Kerbe der dreilappigen Krone einfach gekrümmt, stumpf, die hintere gerade und komprimiert. Bei *Basiliscus mitratus*

sind die hinteren Zähne mehr dreilappig, die vorderen kleinen rund spitzig, leicht gekrümmt und in jeder Reihe des Gaumens 12.

Zu den Akrodonten gehören:

Calotes ophiomachus mit 5 Schneidezähnen, einem langen Eckzahn und 8—9 dreispitzigen Backzähnen jederseits, in der unteren Reihe zwei Eckzähne. *Draco volans* hat 16—17 dreiseitige Zähne jederseits, vorn und hinten mit kleiner Spitze und 2 große Kegelzähne. *Lophiura amboinensis* zeigt 20 stumpf dreiseitige Backzähne in jeder Reihe, jedoch nicht konstant.

Humivagae, Familie der Erdagamen. Die Zähne erscheinen als Fortsätze des Kieferrandes, sind aber dennoch wahre Zähne.

Zu den Pleurodonten gehören:

Phrynosoma orbiculare hat keine Gaumenzähne, die vorderen Kieferzähne sind einfach, die hinteren dreilappig.

Zu den Akrodonten, welche auch Eckzähne besitzen, gehören:

Agama colonorum; Moloch horridus; Uromastix spinipes, dadurch ausgezeichnet, daß die dichtgedrängten Zähne nach hinten zu größer werden, sie sind stark komprimiert und haben dachförmige Spitze. *Stellio vulgaris* zeigt 16—17 gespitzte dreiseitige Zähne jederseits und 2 große Kegelzähne, wie Draco volans.

Rhynchocephalidae, eine fossile Familie, welche in der Trias beginnt, sich im Jura weiter entfaltete und in der einzigen Gattung Hatteria bis in die Gegenwart erhalten ist. *Hatteria punctata s. Rhynchocephalus* s. *Sphenodon* zeigt auf dem Zwischenkiefer zwei Zähne, die so groß sind, als der ganze Knochen breit ist; die Form ihrer Spitzen erinnert an die Nagezähne der Rodentien. Die anderen Zähne sind ganz schmal und akrodont. Die Alveolarränder sind scharf und werden nach Abnützung der Zähne bei älteren Tieren als Kauwerkzeuge benutzt. Tomes glaubte, daß die frei liegende Fläche mit Dentin bekleidet sein könnte; die nachträgliche mikroskopische Untersuchung ergab jedoch, daß die dichte elfenbeinähnliche Oberfläche, welche zum Kauen benützt wird, wirklicher Knochen ist und mit der Zahnstruktur nichts zu tun hat. *Hyperodapedon* aus der Trias hat einen zahnlosen Zwischenkiefer, der schnabelartig abwärts gebogen ist und zwischen die divergierenden vorderen Enden des Unterkiefers eingefügt ist. Der Oberkiefer und das Palatinum zeigen 3—5 Reihen pyramidenartiger Zähnchen.

2. Unterordnung: **Brevilinguia. Kurzzüngler.**

Scincoidea, Familie der Sandechsen, Pleurodonten, mit meist stark komprimierten und gelappten Zähnen. Die typische Gattung *Scincus* zählt 4—5 kleine stumpfe Zähne auf jedem Pterygoid, die Kieferzähne sind stumpf, kegelförmig und leicht gekrümmt. Bei *Acontias meleagris* sind die kegelförmigen stumpfen Zähne gerade. *Seps chalcidica* hat komprimierte stumpfe zwei- bis dreispitzige Zähne. Bei *Anguis fragilis* (Fig. 68) sind die fünf ersten oberen Zähne jederseits klein und scharfschneidig und stehen im Praemaxillare, die folgenden acht sind größer, spitz und gekrümmt.

Ptychopleurae, Familie der Seitenfalter, Pleurodonten und Akrodonten, mit der typischen Gattung *Zonurus cordylus* hat 20 gleiche stumpfkegelförmige Zähne jederseits. *Pseudopus Pallasii* zeigt

oben jederseits 16, unten 12 Zähne; die vorderen sind stumpfkegelförmig, die hinteren halbkugelig; der Gaumen trägt eine Reihe kleiner Kegelzähne. *Pygopus s. Bipes lepidopus* hat ähnliche Bezahnung. Bei *Ophisaurus ventralis* wird das Gebiß den Batrachiern ähnlich; der Oberkiefer hat 20, der Unterkiefer 18 einfache zylindrische Zähne, und Pterygoid und Palatum sind mit kleinen kegelförmigen Zähnen besetzt.

3. Unterordnung: **Fissilinguia. Spaltzüngler.**

Lacertidae s. Autosauri coelodontes, Familie der Eidechsen. Die Zähne sind pleurodont, am Grunde hohl (coelodont). Krone oft mehrspitzig. Fossile Eidechsen sind selten und erst aus den Schichten des oberen Jura bekannt; sie schließen sich an die rezenten Formen eng an. *Propseudopus* aus dem Miozän zeigt ein pleurodontes Gebiß. Unter den vielen lebenden Gattungen der Lacertidae gehört, *Lacerta* zur Gruppe der coelodonten Eidechsen; Zahnreihen sind auf dem Pterygoid vorhanden; bei den großen Arten sind die Zähne zylindrisch und stumpf, bei den kleinen mehr spitzkegelig und bisweilen am vorderen Rande schwach gezähnelt. *L. agilis,* gemeine Eidechse, (Fig. 4, 68, 69), zeigt 12 kegelförmige Zähne in jeder Flügelbeinreihe, 16—20 in jeder Kieferreihe; Owen gibt im Zwischenkiefer

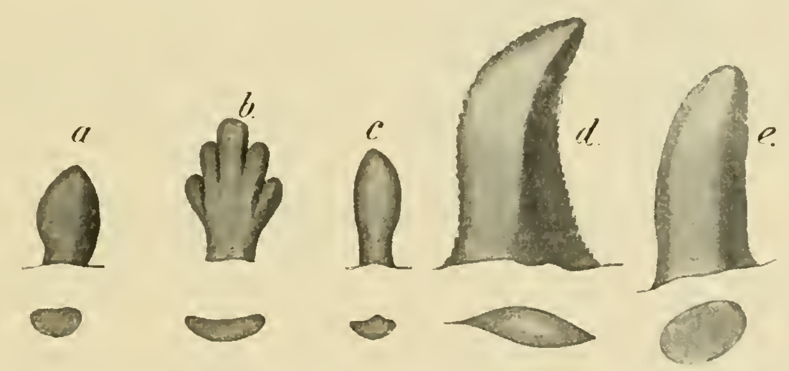


Fig. 69. **Zahnformen einiger Eidechsenarten mit beigefügtem Querschnitt.** a *Lacerta agilis,* b *Lacerta scincoides,* c *Thecadactylus,* d und e *Varanus crocodilinus.*

11—13 an, im Oberkiefer jederseits 40, im Unterkiefer jederseits 50 Zähne. *L. scincoides* (Fig. 69) charakterisiert sich durch die stark komprimierten und gelappten Zähne. Gaumenzähne fehlen. *L. viridis* hat mehr Zähne in den Gaumenreihen. *Heloderma horridum,* ein mexikanischer Saurier, hat hinten und vorn gefurchte Zähne; die Unterzungendrüse entleert sich durch vier den Unterkiefer durchbohrende Ausführungsgänge vor den Furchenzähnen des letzteren.

Ameividae s. Autosauri pleodontes, Familie der Tejueidechsen, mit soliden, schief nach außen gerichteten Zähnen und ohne Gaumenzähne. *Ameiva vulgaris* und die meisten Arten besitzen Gaumenzähne; die Kieferzähne sind komprimiert, dreispitzig. *Tejus monitor* gehört auch hierher.

Monitoridae s. Varanidae, Familie der Warneidechsen, ohne Gaumenzähne; die Kieferzähne sind mehr oder weniger komprimiert, schlank und am Rande etwas gezähnelt. *Varanus s. Monitor niloticus* hat weder große noch zahlreiche Zähne. Es sind 4 Zwischenkiefer- und 11 Oberkieferzähne vorhanden, auch im Unterkiefer stehen 11; sie sind nach vorn hin spitziger als hinten;

bei alten Exemplaren sind die hinteren stumpf. An der Innenseite der Zahnbasis sind Löcher sichtbar, welche in die Räume führen, in denen sich die neuen Zähne entwickeln. Bei *V. arenarius s. Psammosaurus scincus* sind die Zähne von mächtiger Größe, leicht komprimiert und etwas rückwärts gekrümmt. *V. crocodilinus* (Fig. 69) hat $\frac{7}{6}$ stark komprimierte Zähne mit fein gekerbten Rändern. Cope bezeichnet als Pythonomorpha eine Gruppe fossiler Meersaurier, die früher als nächste Verwandte der Monitoren betrachtet wurden. Die akrodonten Zähne sind mit Kanten versehen und stehen auf Sockeln, aus denen seitlich die Ersatzzähne hervorwachsen. Man kann die Pythonomorphen als besondere Ordnung zwischen Saurier und Ophidier stellen. *Mosasaurus maximus* Cope (Fig. 67) ist der Vertreter von riesigen, 8 Meter langen Tieren der Vorwelt, die vorzugsweise der Kreide angehören und Akrodonten sind. Die Zähne sitzen auf verdickten faserknochigen Sockeln, aber in getrennten Gruben. Die Ersatzzähne dringen neben oder durch den Sockel der alten hervor. Die Zähne selbst sind komprimiert kegelförmig und leicht gekrümmt. Im Oberkiefer sind 11, im Zwischenkiefer 3, im Unterkiefer 14 und auf jedem Pterygoid eine Reihe von 8 Zähnen, welche kleiner als die Kieferzähne, den letzteren aber sonst gleich sind.

Bei *Platecarpus* ist der aus knochenähnlichem Zement bestehende Sockel in den Kieferknochen eingesenkt. Im Sockel entwickelt sich der Ersatzzahn, welcher neben der Krone des funktionierenden Zahnes auf der Innenseite durchbricht und seinen Vorgänger wegdrängt und ausstößt.

4. Unterordnung: **Vermilinguia. Wurmzüngler.**

Eidechsen der alten Welt. Der Schädelbau differiert von dem der übrigen Eidechsen bedeutend, indem die Scheitelbeine unbeweglich mit dem Occipitale verbunden sind.

Chamaeleonidae, Familie der Chamäleons mit akrodontem Gebisse. Die Kegelzähne sind komprimiert ein- oder dreispitzig, mit scharfen Schneiden; nach hinten nehmen sie an Größe zu. *Chamaeleon vulgaris* hat 18—19 Zähne in jeder Reihe, von denen die 5 letzten dreispitzig sind. Diese Familie, welche sich von anderen Eidechsen vielfach unterscheidet, zeigt noch die Eigentümlichkeit in ihrem Zahnwechsel, daß neue Zähne während des ganzen Lebens ohne Unterbruch hinter den Reihen entwickelt werden (Röse).

5. Unterordnung: **Annulata. Ringelechsen.**

Die Bezahnung ist analog den Schuppenechsen akrodont oder pleurodont.

Amphisbaenidae, Familie der Doppelschleichen mit der typischen Gattung *Amphisbaena*. Hier sind 5 Schneidezähne vorhanden, von denen der mittlere der größte ist, dahinter 5 im Oberkiefer, in der unteren Reihe 8, von denen der erste der kleinste, die beiden folgenden die längsten sind. *Chirotes lumbricoides*, auch pleurodont, wie die vorige Gattung, zeigt einfache, fast gleiche, leicht gekrümmte Zähne, der Mittelzahn des Zwischenkiefers ist größer. Akrodont ist *Trogonophis* mit ungleichen stumpfen, etwas komprimierten Zähnen.

3. Ordnung: **Enaliosaurii. Meerdrachen.**

Diese Hydrosaurier stellen große eidechsenartige Tiere vor. Die Ordnung umfaßt ausgestorbene Formen der Sekundärzeit, die oft die Länge von 10 Metern erreichten. Der Kopf ist in eine langgestreckte flache Schnauze ausgezogen, die mit zahlreichen kegelförmigen Fangzähnen bewaffnet ist. Die Zahl der Zähne schwankt 12—70 für jede Reihe. Die Kegelgestalt ist bald schlanker, bald plumper, rund oder zusammengedrückt, selten gerade; die Oberfläche gestreift oder gerippt, nur selten mit schneidenden Kanten.

Ichthyosaurii s. Ichthyopterygii, Familie der Fischdrachen (Fig. 70), nur im Mesozoicum verbreitet und vorzugsweise dem Jura angehörend. Die schnabelförmige Schnauze von *Ichthyosaurus* wird hauptsächlich von den Zwischenkiefern gebildet. Die schlanken, kegelförmigen, spitzen Zähne stehen dicht gedrängt nebeneinander in gemeinsamer Alveolarrinne, in getrennten Alveolen, ehemals nur durch verwesliche Masse festgehalten; sie sind an ihrer Oberfläche gestreift oder gefaltet; die Wurzeln sind geschlossen und glatt oder gestreift. Die verdickte Wurzel ist aus einer von starken Gefäßen durchzogenen und mit Knochenkörperchen und Dentinröhrchen erfüllten knochenartigen Zementmasse zusammengesetzt, welche einen mehr oder weniger gefalteten Dentinring umgibt. Die Zahl der Zähne schwankt für die untere Reihe von 25—60, für die obere von 40—70, bei wenig veränderlicher Größe in derselben Reihe. Einige Species sind zahnlos. Nach Tomes waren die Zähne des fossilen Ichthyosaurus, wie beim Krokodil, nicht in einzelnen Alveolen eingekeilt, sondern saßen in einer flachen Rinne, in der sich nur leichte Andeutungen einer queren Scheidewand finden.

Fig. 70. **Zahnformen von einigen Arten von *Ichthyosaurus*.** a *I. communis*, b^1, b^2 *I. platyodon*, c^1, c^2, c^3 *I. campylodon* (mit Querschnitt c^3), d *I. tenuirostris*.

Nothosaurii s. Sauropterygii, Familie der Urdrachen, der Trias angehörend, mit langgestrecktem Oberkiefer, dessen Knochen bis zur Spitze des sehr langen Schnabels reichen, ohne obere Schläfenknochen. Beide Kiefer und das Praemaxillare der Nothosauriden und Plesiosauriden sind mit konischen, etwas gekrümmten und oft gerieften Zähnen versehen, die in Alveolen befestigt sind. Die Zähne an der vorderen Schnauze und ein bis zwei seitliche des Oberkiefers zeichnen sich durch auffallende Größe aus. Die Zähne des *Nothosaurus* (Fig. 71) sind meist sehr schlank und auffallend gekrümmt, am Wurzelende geöffnet und die Ersatzzähne in sich aufnehmend. Die

Krone mit regelmäßigen Streifen. Die Zahl der Zähne wechselt in einer Reihe von 10—31 gleich großer; vor diesen stehen 2—3 viel größere Eckzähne, davor 3—4 kleinere und ganz vorn 2—5 sehr große Schneidezähne im Zwischenkiefer. Im Unterkiefer fehlen die Eckzähne. Die einzelnen Arten sind schwierig voneinander zu unterscheiden, da vollständige Reihen erst von den wenigsten bekannt sind. *N. mirabilis* besitzt 31 kleine Backzähne in der oberen Reihe,

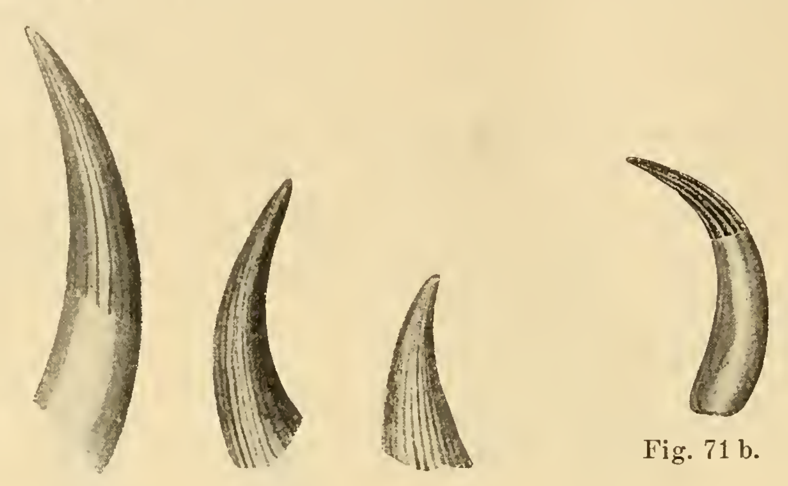


Fig. 71. **Zähne von vier Arten von *Nothosaurus*.** Am Wurzelende sind die Zähne offen, um die Ersatzzähne in sich aufzunehmen (vgl. auch Fig. 77, 37).

2 große Eckzähne, 4 kleinere Zähne daneben und 6 mächtige Schneidezähne. Hierher gehört auch *Simosaurus*. Der Unterschied der Zahnarten ist in der Gestalt der Zähne schwer erkennbar. In der oberen Reihe sind 25—26 Zähne vorhanden, die allmählich an Größe zunehmen, und dicker und kräftiger sind als bei Nothosaurus.

Die neuerdings von den Theromorphen abgetrennte Gruppe der Placodontia hat vorn incisorenähnliche Zähne, und nach hinten zu runde und abgeflachte Formen; ebenso ähnlich gestaltete Gaumenzähne, welche aber denen anderer Reptilien durchaus nicht gleichen. Die Gattung *Placodus* (Fig. 72), die früher zu den Fischen (Pyknodonten) gezählt wurde, zeigt Backzähne, die in der Mitte etwas konkav sind; die beiden Mittelreihen sind unregelmäßig vierseitig, in den Außenreihen kleiner und abgerundet. Jeder Unterkieferast zeigt eine Reihe von 4 Molaren. Der breitschnauzige Placodus besitzt breite, rechenartig gestellte Schneidezähne, die bei der spitzschnauzigen Gattung *Placochelys* fehlen.

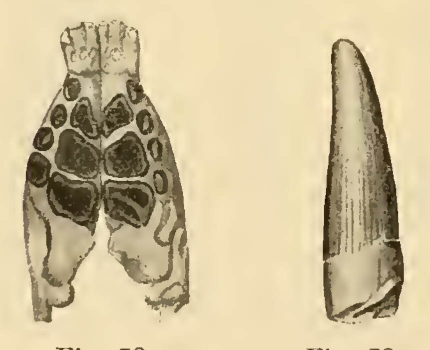


Fig. 72. **Unterkiefer mit charakteristsichen Zähnen von *Placodus*.** (Verkleinert.)

Fig. 73. **Ein Zahn von *Plesiosaurus*.**

Plesiosaurii s. Sauropterygii (Owen), Familie der Schlangendrachen; lebte im Jura und in der Kreide; mit langem schlangenförmigen Hals und kurzem Kopf. *Plesiosaurus* (Fig. 73) unterscheidet sich von Ichthyosaurus durch geringere Zahl von Zähnen, die auch schlanker und spitzer sind; die lange runde Wurzel ist geöffnet, die Alveolar-

befestigung etwas locker. *Pliosaurus* besitzt 38 Zähne in einer Reihe, die oben vom 5. bis zum 12. an Dicke zunehmen, vom 14.—20. kleiner werden; im Unterkiefer scheint der 4. der größte zu sein und die Größenabnahme vom 15. ab zu beginnen. Die dicken Kegelzähne sind etwas dreiseitig. Die lange unten offene Wurzel ist glatt, rund und in der Mitte dick. Alle Zähne sind etwas nach innen und hinten gekrümmt und die größten erreichen 17 cm Länge.

4. Ordnung: **Loricata. Panzerechsen.**

Wasserreptilien von bedeutender Größe, mit weitem Rachen. Die auf die Kiefer beschränkten Zähne sind eingekeilt, in Zahnsäckchen entwickelt und werden gewechselt (Milchzähne). Ueber die Entwicklung der Krokodilzähne ist im Allgemeinen Teil die Rede gewesen. Man unterscheidet drei Gruppen von Panzerechsen, von denen die beiden ersten: die Teleosaurier und Stenosaurier, ausschließlich der Vorwelt angehören, während die dritte Gruppe der Krokodile von der Kreide an durch die Tertiärzeit bis in die jetzt lebende Fauna erhalten geblieben ist.

Teleosaurii s. Amphicoelia beschränken sich auf die Juraformation. Der typische *Teleosaurus* hat zahlreiche schlanke, scharfspitzige Zähne, die leicht gekrümmt und fein gestreift sind und glatte zylindrische Wurzeln besitzen. Die Zahl der Zähne differiert in den verschiedenen Arten, von 33—45 im Oberkiefer und 32—48 im Unterkiefer. Die Bezahnung des *Mystriosaurus* ist der vorigen Gattung analog.

Stenosaurii s. Opisthocoelia, kommen im Jura und in der Kreide vor. Den Teleosauriern gegenüber hat diese Gruppe relativ dickere und größere Zähne. Der Unterkiefer zeigt auf der Symphyse jederseits 16, auf dem freien Teile 7; alle Zähne sind gestreift, zweischneidig und von verschiedener Größe.

Crocodilia s. Procoelia (*Prosthocoelia* Owen). Der Rachen zeigt nur eine einfache Reihe von vorn und hinten häufig durch eine Kante zugeschärften Kieferzähnen, die in tiefen getrennten Alveolen eingekeilt sind und sich das ganze Leben hindurch ersetzen. Die Zahl schwankt mehrfach, 15—20 in jeder Reihe sind durchschnittlich vorhanden. Die Zahl ist meist so konstant bei derselben Art, oft sogar bei einer ganzen Species, daß sich analog den Mammalien Zahnformeln aufstellen lassen. Ihrer Gestalt nach wechseln kegelförmige mit schlanken, plumpen, mehr oder weniger gekrümmten glatten oder gerippten Formen ab. Der Querschnitt ist rundlich oder komprimiert-oval.

Die **Gavialidae** (vgl. auch Fig. 37) haben lange schlanke, fast gleiche Zähne. *Gavialis gangeticus* mit langen und schmalen Kiefern, hat im Oberkiefer 29, im Unterkiefer 27 leicht gekrümmte Zähne; die fünf ersten Paare der oberen Reihen stehen im Zwischenkiefer, der 1., 3., 4. obere und der 1., 2., 4. untere sind die längsten, die hinteren sind leicht komprimiert und mit scharfen Leisten versehen. Bei *Rhamphostoma gangeticum* greift der 4. Unterkieferzahn in einen Ausschnitt im Oberkiefer.

Die **Crocodilidae** haben ungleiche, aber größere Zähne. Die sogenannten Eckzähne (der 4. Unterkieferzahn) passen in einen Ausschnitt des Oberkieferrandes. Die typische Gattung *Crocodilus* hat

kegelförmige, leicht gekrümmte Zähne mit einer vorderen und hinteren scharfen Kante und mit Streifung. Der 1. Zahn des Unterkiefers durchbohrt den Zwischenkiefer und verbirgt sich bei geschlossenem Rachen in dieser Höhle, der 4. dagegen, der in einen Ausschnitt des Oberkieferrandes greift, ist bei geschlossenem Rachen sichtbar. Die Alveolarränder der Kiefer sind unregelmäßig und die Zähne von ungleicher Größe. Bei den Krokodilen zeigt das Gebiß trotz der ungeheuren Veränderungen, die das Gaumendach im Laufe der Zeit erlitten hat, die geringste Differenzierung innerhalb der stammgeschichtlichen Entwicklung. Es ist von den ältesten bekannten Vertretern der Krokodile an bis zu den jüngsten überaus ähnlich geblieben. Zähne werden nur in den Kiefern produziert.

Die **Alligatoridae** haben keinen Ausschnitt für die sogenannten Eckzähne des Unterkiefers. Die Zähne sind ungleich. Während bei den Krokodilen die Ersatzzähne in die Pulpa ihrer Vorgänger dringen, und eventuell die gleiche Alveole einnehmen, treten bei den Alligatoren die neuen Zähne, mehr an der inneren Seite gebildet, seitwärts ein. Der 1. und 4. obere Zahn, sowie der 3. und 9. untere werden besonders entwickelt. *Alligator lucius* schließt sich in seiner Bezahnung eng an die echten Krokodile an. Ober- und Unterkiefer zeigen je 20 Zähne, von denen der 4., 5., 8., 9., 10. obere, hier der 1., 3., 4., 11., 12., 13. untere der größte ist.

5. Ordnung: **Pterodactyli s. Pterosaurii.**

Die Flugeidechsen, ausgestorbene Reptilien aus der jurassischen Zeit, waren fliegende Saurier und waren den Vögeln sehr ähnlich. Sie zeichnen sich durch lange Kiefer mit konischen, in lange Alveolen eingekeilten Kegelzähnen aus, die sich bei manchen Arten über die ganze Länge des Kiefers erstrecken. Bei anderen wiederum

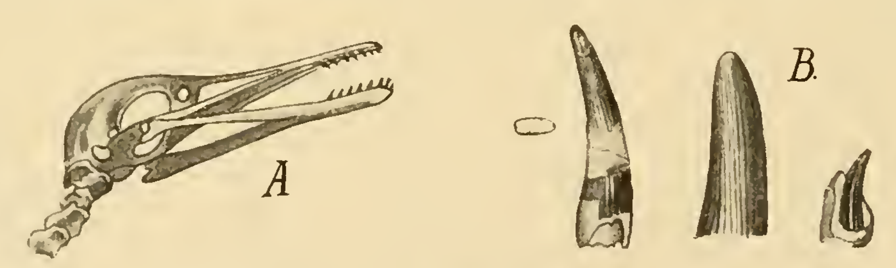


Fig. 74 *A*. **Schädel von *Pterodactylus elegans* Zittel.** *B*. **Zwei obere Zähne von *Pt. longirostris* Cuv.** Dieselben stehen am vordersten Kieferrande mit schief nach vorn und abwärts gerichteten Spitzen.

sind die Enden der Kiefer zahnlos und scheinen in hornigen Kapseln eingebettet zu sein. War dies der Fall, so existierte außer den wirklichen Zähnen etwas Aehnliches wie der Schnabel eines Vogels. Marsh fand außer den von ihm beschriebenen bezahnten Vögeln mehrere Arten von Pterodaktylen, die gänzlich zahnlos sind und die er mit dem Namen *Pteranodon* belegte. Die Kiefer sind hier dem Schnabel der Vögel mehr ähnlich als irgend bekannter Reptilien (Fig. 74). Der Form nach sind die Zähne einfache Kegel, gerade oder leicht gekrümmt, ohne Kanten und Leisten und scharfspitzig. Andere Knochen als die Kiefer tragen keine Zähne. *Pterodactylus longirostris* hat völlig glatte scharfspitzige Zähne. *P. brevirostris* hat oben 5, unten

8 jederseits, aber sehr kleine Formen. *Rhamphorhynchus* charakterisiert sich durch eine lange hornige zahnlose Schnabelspitze und meist eine kleine Zahl von Zähnen, welche schräg nach vorn gerichtet sind. *R. Gemmingii* hat oben 9, unten 7 leicht gekrümmte sehr spitze Zähne, die etwas komprimiert kegelförmig sind, und die nach hinten zu kleiner werden.

6. Ordnung: **Anomodontia.**

Diese Ordnung, von Owen geschaffen, enthält eine ganz beträchtliche Anzahl von ausgestorbenen Reptilien, welche meist nur in Kopfteilen und einzelnen Skelettstücken durch paläontologische Funde bekannt geworden sind. Die teils paläozoischen, teils mesozoischen Theromorphen zeigen noch Anklänge an labyrinthodonte Amphibien, während die Anomodontien an Schildkröten erinnern, indem die Bezahnung ganz (wie bei Oudenodon) oder bis auf zwei Zähne im Oberkiefer (wie bei Dicynodon) rückgebildet und wahrscheinlich durch Hornscheiden ersetzt war; auch einen harten Gaumen besaßen diese Tiere, der durch die Praemaxillaria, Maxillaria, Palatina und Vomer gebildet ist.

Aeußerst charakteristisch ist die Bezahnung der Theromorphen, welche die meisten Abweichungen darin aufweist. Bei einzelnen dieser Tiere entspricht das Gebiß demjenigen niederer karnivoren Mammalien; bei anderen sind affenähnliche Molaren vorhanden; bei manchen sind die Zähne bis auf zwei Eckzähne reduziert; auch Plattenzähne analog den Fischen kommen vor. Der Zahnwechsel der fossilen Reptilien gleicht dem der rezenten Formen und der Fische, er ist ein immerwährender.

Bei *Dicynodon pardiceps* Owen sind die zwei einzigen vorhandenen Zähne unter den Augenhöhlen und stellen große drehrunde, spitze, abwärts gebogene Eckzähne vor, welche bei fortwährender Abnützung der Spitze an der Wurzel nachwachsen, eine Eigentümlichkeit, die bei den Säugetieren und bei den Amphibien nicht beobachtet wird. Der große Dicynodon hatte scharfe schneidende Ränder an den zahnlosen Kiefern, die vielleicht, wie bei den Schildkröten, in hornigen Kapseln eingehüllt waren oder analog Hatteria als Kieferknochen benutzt wurden. Nach Seeley sind die zwei Zähne keine richtigen Eckzähne, insofern dieselben etwas hinter der Sutura intermaxillaris stehen.

Andere Formen, wie die Theriodonten, hatten in ihrem Gebisse große Aehnlichkeit mit den Säugetieren. *Procolophon* zeigt verschiedene Eigentümlichlichkeiten in seiner Bezahnung; die kräftigen konischen, zylindrischen Zähne sind verschieden groß, ihre Basis ist erweitert und steht in enger Verbindung mit dem Kieferknochen; auch Gaumenzähne sind vorhanden; die Zähne beider Kiefer korrespondieren miteinander, wie beim Gebisse der Reptilien. Diese Gruppe zeichnet sich auch durch ihren heterodonten Charakter aus, und es lassen sich die Zähne in Schneidezähne, Eckzähne und Molaren unterscheiden. Nichtsdestoweniger bleibt der Unterkiefer reptilienartig, d. h. aus mehreren Stücken zusammengesetzt, und die Backzähne zeigen bei verschiedenen Arten viele Stufenunterschiede zwischen den einzelnen Reptilienkegeln, wie z. B. bei *Aelurosaurus* und den mehrhöckerigen Multikupsidaten, wie bei *Diademodon*. Hier sind die Backzähne einwurzelig und die Krone erinnert an die Molarkrone der

anthropoiden Affen. *Pareisaurus* zeichnet sich durch kleine Kornzähne aus. Ganz das Gegenteil zeigt die Gattung *Cynognathus;* sie illustriert den Hauptcharakter in der Bezahnung der Theriodontien am deutlichsten. Das Gebiß erinnert an die Raubbeutler. Die Schneidezähne stehen in einem runden Bogen und zeigen leichte Zähnelung der Ränder. Es sind auf der Zwischenkieferhälfte vier vorhanden, während im Unterkiefer jederseits wahrscheinlich drei existierten, von denen der äußerste der größte ist, wie bei den Karnivoren. Vor dem großen oberen Eckzahn befindet sich eine Lücke, in welche der untere Eckzahn bei geschlossenen Kiefern von innen eingreift, wo eine tiefe Aushöhlung zu seiner Aufnahme vorhanden ist. Hinter dem Eckzahn folgen jederseits 9 Zähne, von denen die ersten fünf als Prämolaren und letzten vier als Molaren bezeichnet werden können. Die Molaren zeigen einen Haupthöcker und mehrere Nebenhöcker. Der Schmelz endigt in einem deutlichen Rande, wo eine Teilung der Krone in zwei Wurzeln angedeutet ist; es sind jedoch keine internen Höcker vorzufinden und die Molaren beider Kiefer reiben sich scherenförmig ineinander (Seeley). Die Backzähne sind einwurzelig. Bei Nythosaurus ist ein Cingulum deutlich erkennbar. Die Zahl der Zähne variiert bedeutend. Bei *Pristerognathus* und anderen Arten zeigt der Oberkiefer 6 Schneidezähne; während bei anderen, wie *Deuterosaurus,* die Zahl der Molaren auf einen einzigen jederseits beschränkt ist. *Tritylodon* hat entgegen dem Charakter der Reptilienzähne solche mit zwei Wurzeln. Die Molaren bei einigen Arten dieser Tiere, wie *Diademodon,* sind bis zu dem Grade differenziert, daß sie ganz säugetierartig gestaltet sind; sie sind gewöhnlich einwurzelig und zeigen deutliche Reibungsflächen. Die Prämolaren sind klein, während die Eckzähne groß und gerillt sind. Schneidezähne sind bei dieser Gattung nicht bekannt. Eine eigenartige Bezahnung weist die Gattung *Gordonia* auf. Der untere Rand des Praemaxillare ist scharfschneidig und war jedenfalls analog den Cheloniern von Hornscheiden umhüllt; der große Oberkiefer zeigt jederseits einen kolossalen zugespitzten und wenig gekrümmten Fangzahn, welcher in einer langen Alveole liegt, die durch eine Anschwellung des Kiefers auch äußerlich sichtbar ist.

Einige dieser Reptilien erreichten eine bedeutende Größe. Owen beschrieb unter dem Namen *Cynodraco* ein löwengroßes Tier, das 8 Schneidezähne im Unterkiefer besaß, von welchen der erste der kleinste ist, und einen mittelgroßen Eckzahn. Die oberen Schneidezähne sind nicht bekannt; es existierte jedoch ein Paar oberer Eckzähne von einer solchen Größe, daß sie sich längs der äußeren Seite des Unterkiefers herab erstreckten ähnlich den Eckzähnen von Machairodus und Dinoceras.

Eine Gattung, die als *Anomodon* bezeichnet wird, zeigt nur 2 Hauer im Oberkiefer, während der Unterkiefer völlig zahnlos ist.

Owen teilt die Anomodontier in drei Gruppen. Bei der ersten sind die Kiefer zahnlos oder die Zähne reduziert und nicht als solche erkennbar. Hierher gehören die *Cryptodontia* und *Rhynchosaurus.* Die zweite Gruppe zeigt Stoßzähne im Zwischenkiefer: *Rhopalodon* oder im Oberkiefer: *Dicynodon.* Bei der dritten Gruppe sind Ober- und Unterkiefer mit dichtstehenden kegelförmigen Zähnen besetzt und Eckzähne vorhanden: *Cynodontia, Galesaurus.* Letzterer ist ein fossiles afrikanisches Krokodil, bei welchem der Unterschied der Zahnformen in beiden Kiefern so deutlich zutage tritt, daß man die Zähne,

soweit ihre Größe und wahrscheinliche Funktion in Betracht kommt, als Schneide- und Eckzähne klassifizieren könnte.

7. Ordnung: **Dinosauria. Großeidechsen.**

Die Dinosaurier waren die riesigsten Landtiere, welche je gelebt haben; manche von ihnen waren 12—30 m lang und 4—6 m hoch. Sie reichen in die Sekundärperiode (Jura und untere Kreide), als die Säugetiere nur wenig vertreten waren. Den Krokodilen eng verwandt, sind sie dennoch in mancher Beziehung den Vögeln ähnlich. Gewisse Dinosaurier, wie die Theropoden und Ornithopoden, wurden früher als Vorläufer der Vögel gehalten, schon wegen der Pneumazität der Knochen. Bei den Dinosauriern tragen nur die Kieferknochen Zähne, die in tiefe Alveolen oder nach innen offene Alveolarrinnen des Kieferrandes eingepflanzt sind. In der Bezahnung vereinigen diese Tiere den herbivoren und karnivoren Typus der Mammalien. Das vollständige Gebiß ist leider von keiner der hierher gehörigen Gattungen bekannt, es scheint aber, daß nur Kieferzähne vorhanden waren, während der Gaumen zahnlos blieb. Der Ersatz der alten Zähne durch neue erfogte wohl in der Weise, daß letztere neben und unter den alten hervorwuchsen und dieselben endlich abstießen.

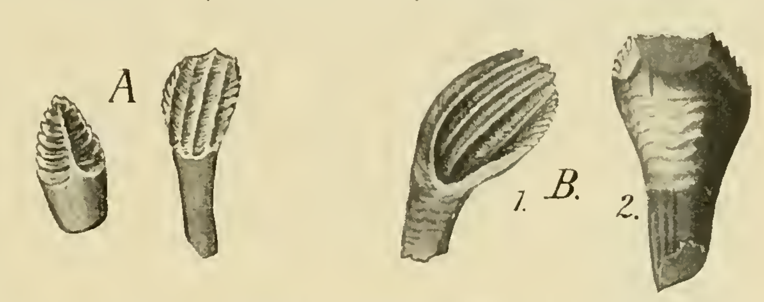


Fig. 75. **Zähne von *Iguanodon*.** A ganz junge Zähne, B^1 ein alter und B^2 ein stark abgenutzter Zahn. Nach GIEBEL.

MARSH unterscheidet vier Ordnungen: 1. Die **Sauropoda**, welche eng verwandt mit den Krokodilen sind (*Atlantosaurus, Diplocodus* u. a.). 2. **Stegosauria**. 3. **Ornithopoda** (*Iguanodon*). 4. **Theropoda** (*Megalosauriden, Labrosauriden, Amphisauriden, Zanclodontiden*).

Zu den Sauropoden gehört auch *Diplocodus*, dessen Praemaxillare und vorderer Teil des Oberkiefers und Unterkiefers einfache lange spatel- oder zylinderförmige Zähne besitzt, welche rechenartig gruppiert sind.

Die Theropoden, früher Fleischfresser, hatten, ihrem Naturell angepaßt, ein kräftiges Raubtiergebiß mit seitlich komprimierten gekerbten Kegelzähnen.

Die Ornithopoden, in denen G. BAUR die Abstammung von den Ratiten (flugunfähigen Vögeln) nachzuweisen sucht, sind Pflanzenfresser und charakterisieren sich durch eine unbezahnte, oft schnabelförmige Schnauzenspitze, die wahrscheinlich mit Hornscheiden versehen war, während die blattartigen vorn und hinten am Rande zugeschärften und gezähnelten Backzähne geschlossen standen. Bei dem fossilen *Iguanodon* (Fig. 75) bildet Vasodentin im allgemeinen die innere Hälfte der Zahnkrone, während die äußere Hälfte hartes Dentin darstellt. Der Schmelz befindet sich nicht an allen Teilen des Zahnes und beschränkt sich auf die äußere Seite der Krone. Demnach liegt das härteste Gewebe, der Schmelz, an der Außenseite; darauf folgt das harte Dentin und nach innen das Vasodentin. Nach Abnutzung des Zahnes

blieb daher noch lange eine scharfe Kante zurück. Die Zähne dieses herbivoren Sauriers sind am Basalteile dünn, schlank zylindrisch, an der Krone aber verdickt, nach innen glatt und konvex, außen mit ein bis vier vertikalen Kanten, vorn und hinten mit sägeförmiger Kante. Die Wurzelpartie ist eben, rund und gebogen. Die Formen dieser Zähne, ihre pleurodonte Befestigung an dem Kiefer und der Zahnersatz erinnern sehr an die lebenden Iguanen. Bei *Megalosaurus* (Fig. 76) erheben sich die Zähne gerade aus ihren Alveolen und krümmen sich mit der Spitze nach rückwärts; sie sind stark komprimiert, vorn in der unteren Kronenhälfte stumpf und rundlich, in der oberen Hälfte und am hinteren Rande mit einer sägeartigen Kante versehen. Unter dem Namen *Stegosaurus* beschreibt Marsh ein Reptil, dessen Zähne leicht quer komprimiert und mit einer dünnen Schmelzschicht bedeckt sind; die langen Wurzeln sind dünn und in Alveolen schwach befestigt; an der inneren Seite der Wurzel des funktionierenden Zahnes sind nicht weniger als 5 Ersatzzähne vorhanden, und zwar in stufenweisen Entwicklungsstadien, bis zu der Phase des Durchbruches. Eine derartige Zahl von Ersatzzähnen hat Marsh bei noch keinem Dinosaurier entdeckt.

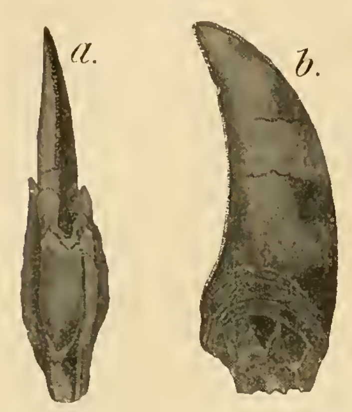


Fig. 76. **Zähne von** ***Megalosaurus.*** a die Fazialseite eines Zahnes mit dem Kieferdurchschnitt, b die Seitenansicht.

8. Ordnung: **Chelonii. Schildkröten.**

Die Chelonier zeichnen sich durch einen Knochenpanzer aus, der den ganzen Körper gewissermaßen als Skelettkapsel einschließt. Als weiteres charakteristisches Merkmal für diese Tiere gilt die Rückbildung der Zähne. Letztere fehlen meist sowohl den rezenten wie den fossilen Formen und beide Kiefer sind, wie bei den Vögeln, mit scharfen Hornschneiden oder mit schneidenden Kanten versehen, daß sie beißen und selbst gefährlich verwunden können. Diese Platten sind je nach den Gewohnheiten des Tieres verschieden; bei den Karnivoren scharf und dünnwandig, bei den Herbivoren stumpf und rauh. Eine einzige Familie *Trionyx,* äußerst bissige Tiere, hat im fötalen Zustande Zähne. *Chelonia* s. *Testudo midas,* die Seeschildkröte, besitzt auf der Schleimhaut des Oesophagus kleine Schlundzähne, welche dachziegelartig angeordnet sind, ihre Spitzen nach unten gegen den Magen zu gerichtet.

Röse hat bei den Cheloniern eine Zahnleiste konstatiert, die aber nicht einmal imstande ist, das Rudiment eines Zahnkeimes zu erzeugen.

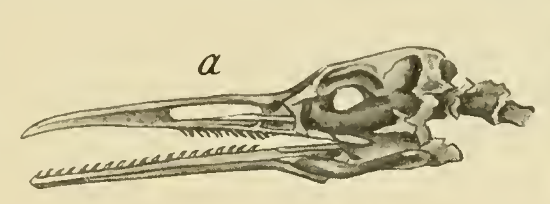
IV. Klasse.

Die Vögel.

Die Zähne fehlen bei allen jetzt lebenden Vögeln vollständig. Die bei Vögelembryonen beobachteten kleinen Hornspitzen auf dem Schnabel dienen zur Zertrümmerung der Eischale und gehen, wie

schon früher bei den Eizähnen und Eischwielen erörtert worden ist, nach erfolgter Funktion verloren. Der Verdauungsapparat der Vögel hat im Kropf eine andere Einrichtung zur Vorbereitung der Nahrungsstoffe für den Verdauungskanal. Trotzdem ist es nicht unerwiesen, daß Vögel analog verschiedenen Schildkröten aus zahntragenden Formen hervorgegangen sein müssen. Für die Schildkröten zeigt sich das z. B. bei Trionyx, und für die Klasse der Vögel beweisen dies die fossilen Arten. Die Beziehungen der letzteren zu den Reptilien sind durch die vielen paläontologischen Befunde bedeutend klarer geworden, nachdem die Zoologen zwei besondere Unterordnungen aufgestellt haben und als Saururen (Sauropsiden) und Odontornithen die entdeckten zahntragenden Vögel bezeichneten. Die von Marsh beschriebenen Odontornithen stammen aus der Kreideformation der Rocky Mountains in Amerika und zeigen im Ober- und Unterkiefer Zähne, welche entweder in einer gemeinsamen Rinne stecken: Odontolcae, oder in Alveolen eingekeilt sind: Odontotormae.

Die Odontolcen, auch Hesperornitiden genannt, schließen sich den Laufvögeln, Cursores, an und werden durch die Gattung *Hesperornis regalis* Marsh (Fig. 77) repräsentiert. Dieser Vogel gehört nach Tomes wahrscheinlich zu den Tauchern, Colymbidae; die zahlreichen Zähne stehen wie bei Ichthyosaurus in einer Furche, in welcher Andeutungen von queren Scheidewänden zu sehen sind, die aber durchaus keine Alveolen bilden. Die Praemaxillaria sind zahnlos. Im Unterkiefer erstreckt sich die Zahnrinne mit den Zähnen über die ganze Knochenlänge. Marsh fand bei einem Exemplar 14 sogenannte Alveolen im Kieferknochen und 33 in dem betreffenden unteren Aste. Die Keime der Ersatzzähne wurden an der Basis der alten Zähne vorgefunden; durch Resorptionsvorgänge an den alten Wurzeln wanderten sie in die so geschaffenen Aushöhlungen, wurden größer und drängten ihre Vorgänger fort. Ihrer Struktur nach bestehen diese Zähne aus hartem Dentin, sind mit einer leichten Schmelzdecke bekleidet und besitzen eine große axiale Pulpahöhle. Der Basalteil der Wurzeln besteht aus Osteodentin. Die äußere Seite der Zahnkrone ist fast flach, während die innere stark konvex ist; die Verbindung dieser beiden Flächen wird durch einen nicht gezähnten scharfen Rand markiert; außerdem sind die Zähne nach rückwärts gebogen derart, daß die vordere Fläche konvex und die hintere konkav ist. Formell sind diese Zähne denen von Mosasaurus ähnlich. Hesperornis war, wie schon erwähnt, wahrscheinlich ein gigantischer Taucher; seine Flügel sind rudimentär; die zahlreich nach innen gekrümmten Zähne dienten wohl zum Fischfange.



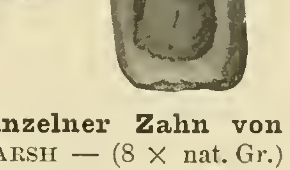


Fig. 77. **Schädel und einzelner Zahn von *Hesperornis*.** Der Zahn — nach Marsh — (8 × nat. Gr.) ist an der Basis geöffnet, um den Ersatzzahn zu zeigen.

Die Odontotormen oder Ichthyornitiden sind vertreten durch *Ichthyornis dispar* Marsh (Fig. 78) mit mächtigen Flügeln, der offenbar auch ein Wasservogel war. Er besitzt 21 Zähne in jedem

Kiefer, alle scharfspitzig und rückwärts gekrümmt. Die Kronen sind mit Schmelz bedeckt, die vorderen und hinteren Kanten scharf, aber nicht gezähnelt; jeder einzelne Zahn ist einer besonderen Alveole eingekeilt; die Praemaxillaria waren jedenfalls zahnlos; vielleicht mit einem Hornschnabel bedeckt. Im Unterkiefer stehen die größten Zähne in der Mitte, nach hinten zu befinden sich kleinere. Die Alveolen sind stärker und größer als im Oberkiefer. Der Zahnersatz erfolgt, wie bei den Krokodilen und Dinosauriern, in vertikaler Richtung.



Fig. 78. Fig. 79.

Fig. 78. **Schädel mit den Zähnen von *Ichthyornis dispar*,** nach MARSH (restauriert). 1/2 nat. Größe.
Fig. 79. **Schädel mit den Zähnen von *Archaeopteryx lithographica*** (Exemplar des Mineralogischen Museums in Berlin).

Noch mehr von Bedeutung ist die ebenfalls bezahnte *Archaeopteryx lithographica* v. MEYER (Fig. 79), aus den Solenhofener Schiefern (Jura), das Bindeglied zwischen Vögeln und Reptilien für den Zoologen, während dieser fossile oolithische Vogel weniger speziell odontologisches Interesse bietet. Der Beweis, daß diese Gattung einen mit Zähnen bewaffneten Kiefer besaß, ist noch nicht völlig erbracht worden. GEOFFROY ST. HILAIRE beschrieb eine Serie vaskulärer Pulpen im Kieferrande bei eben ausgekrochenen kleinen Papageien, welche eine außerordentliche Aehnlichkeit mit Zahnpulpen hatten, obgleich sie dazu bestimmt waren, sich zu hornigen Schnäbeln und nicht zu verkalkten Schnäbeln umzubilden. Im Berliner Museum befindet sich ein Exemplar dieses Vogels, der konische, glatte, in Alveolen eingefügte Zähnchen zeigt, von denen auf Praemaxillae und Oberkiefer 13 stehen. Von den Unterkieferzähnchen sind 3 erhalten geblieben.

Von dem fossilen Vogel aus dem Londoner Ton, den OWEN unter dem Namen *Odontopteryx toliapicus* beschrieben hat, ist die Schnabelform nicht bekannt; die Kieferränder besaßen aber deutliche starke knöcherne Hervorragungen.

Bei Mergus merganser aus der Familie der Enten sind die Ränder des Schnabels gezähnelt, so daß diese hornige Kieferbewaffnung die Funktionen der Zähne verrichtet. Bemerkenswert ist, daß auch der Kieferrand gezähnelt ist, und daß jede einzelne Einkerbung einer ähnlichen Einkerbung im Schnabel entspricht. Hier würden sich die Ichthyornitiden anschließen.

Wie schon erwähnt, hat RÖSE bei Chelonierembryonen eine rudimentäre Zahnleiste konstatiert, ebenso ist eine solche bei dem Embryo von der Seeschwalbe, Sterna hirundo, bekannt. Sonst sind alle heutigen Vögel, sowie auch weitaus die meisten des Tertiärs und des Diluviums zahnlos. An die Stelle der Zähne ist der Hornschnabel getreten. Eine Ausnahme machen nur Argillornis und zum Teil Gastornis.

V. Klasse.

Die Säugetiere.

Ueber den Kauapparat der Säugetiere haben wir schon im ersten Teil gesprochen und ebenso in späteren Kapiteln über die Struktur und die Entwicklung der Zähne. Das Hauptmerkmal, welches das Gebiß dieser Klasse vor allen anderen Vertebraten auszeichnet, ist die mit wenigen Ausnahmen ausschließlich heterodonte Bezahnung, welche eine Scheidung von einzelnen Zahnsorten in Schneide-, Eckzähne, Prämolaren und Molaren ermöglicht; ferner ist die Bezahnung bei den Säugetieren eine bedeutend weniger zahlreiche als bei den unteren Klassen. Dem heterodonten Gebisse entsprechend sind auch die Zahnformen weniger reichhaltig. Die Befestigung der Zähne ist die vollkommenste von allen anderen Vertebraten und die Wurzeln stecken in besonderen Alveolen und entstehen ganz zuletzt, wenn das Wachstum der Krone vollendet ist, so daß Zähne, bei welchen die Wurzelbildung unterbleibt (Schneidezähne der Nager, Stoßzähne des Elefanten, Eckzähne des Schweines u. a.) ein unbegrenztes Wachstum zeigen. Es findet meist nur ein einmaliger Zahnwechsel statt. Der Grundtypus der Zahnstellung ist das gegenseitige Alternieren der oberen und unteren Zähne; es entsprechen somit die Zähne je eines Kiefers gewöhnlich nicht den Antagonisten des gegenüberliegenden, sondern den Zwischenräumen zwischen diesen. Im Gebisse zahlreicher Säugetiere herrschen sexuelle Unterschiede vor (beim männlichen Affen sind die permanenten Eckzähne und der 1. Prämolar stärker entwickelt als beim weiblichen Tiere. Auch beim Wildschwein, Elefanten, Dugong u. a. bestehen Verschiedenheiten, die auf geschlechtlichen Kämpfen beruhen.

Bezüglich der geographischen Verbreitung der Säugetiere sind einige Ordnungen (Chiropteren, Rodentien) in allen Weltteilen vertreten. Von den Cetaceen, Pinnipediern gehören die meisten Arten den Polargegenden an. Mit Ausnahme von einigen Rodentien und Chiropteren bilden die Marsupialier die Fauna Neu-Hollands. Die ältesten fossilen Reste von Mammalien finden sich im Trias (Keupersandstein) und Jura (Stonesfielder Schiefer) und weisen auf insektivore Marsupialier hin. Erst in der Tertiärzeit tritt die Säugetierfauna in reicher Ausbreitung auf.

1. Unterklasse und 1. Ordnung: **Monotremata s. Ornithodelphia. Kloakentiere.**

Die wenigen bekannten Arten dieser Klasse haben zahnlose Kiefer, welche von Hornscheiden umschlossen sind. Die Schnabelform der Kiefer und der Mangel der Bezahnung entspricht einem sekundären Verhältnisse, da wir für die ältesten Vorfahren ein reichbezahntes Gebiß voraussetzen müssen. Nach den neueren Untersuchungen der Schnabeltiere besitzen letztere im jugendlichen Alter Dentinzähne, welche unter der sich später entwickelnden Hornplatte hinfällig werden. Nach Poulton sind diese beiden Backzähne oben und unten ähnlich gestaltet, wie die dem Multituberkulartypus zu-

gehörigen Zähne verschiedener Mammalien aus der Trias (Tritylodon, der älteste Multituberkulat, Microlestes) und Jura (Plagiaulax, Ctenacodon). Auch noch im Eozän haben sich Reste von Säugetieren mit ähnlichen Zahnformen, aber stark reduziertem Gebisse erhalten (Ptelodon, Neoplagiaulax, Polymastodon). Diese Tiere zählte man früher zu den Marsupialiern. Sie zeigen aber nicht die für letztere charakteristische Einbiegung des Unterkiefereckfortsatzes und die betonte Aehnlichkeit mit dem rudimentären Backzähnen der Ornithorhynchiden. Die Unterkieferhälften sind so stark reduziert, daß der Proc. coronoideus und angularis nur noch angedeutet erscheinen. Bei den Echidniden ist der Kondylus von vorn nach hinten verlängert, bei den Ornithorhynchiden quer verbreitert.

Echidnidae, Familie der Ameisenigel, durch die Gattung *Echidna aculeata* repräsentiert, ist zahnlos. Die Tiere entwickeln im Embyronalleben eine Zahnleiste mit Zahnanlagen, ferner einen unpaaren Dentinzahn zum Oeffnen der Eischalen. Nach Seydel ist dieser Eizahn keiner der genannten Zahngenerationen der Säugetiere zuzurechnen, sondern älteren Datums und leitet sich infolge der Fortdauer einer Funktion aus früheren Zuständen her. Hiermit ist nicht die Karunkel zu verwechseln, die bei jungen Monotremen an der Schnauzenspitze sich befindet. Mit einer „Eischwiele" hat sie nichts zu schaffen, da sie erst nach dem Verlassen des Eies auftritt (Weber). Außerdem ist als Zeugnis einer früheren Bezahnung eine Schmelzleiste entdeckt worden.

Ornithorhynchidae, Familie der Schnabeltiere, mit der typischen Gattung *Ornithoryhnchus anatinus s. paradoxus*, hat keine verkalkten Zähne. Die Kiefer sind nach Art eines Entenschnabels zum Wühlen im Schlamm eingerichtet, aber in beiden Kiefern jederseits mit zwei Hornzähnen bewaffnet und von einer hornigen Haut umgeben. Nach Tomes ist der abgeflachte Schnabel des Tieres mit 8 hornigen Platten bewaffnet, von denen zwei jederseits im Ober- und Unterkiefer vorhanden sind. Die erste der oberen Reihe erstreckt sich als schmaler Hornstreifen mit einer mittleren Längskante vom Praemaxillare in den Oberkiefer; der ihm entsprechende Hornstreifen des Unterkiefers unterscheidet sich nur durch größere Schärfe der Kante. Durch eine weite Lücke davon getrennt, folgt der 2. Backzahn, etwa um ein Drittel länger als breit, von bohnenförmigem Umfang und mit etwas erhöhtem Rande der wenig eingesenkten Kaufläche. Der 2. untere Backzahn hat mehr regelmäßige Seiten und eine quere Erhöhung auf der Kaufläche. Nach den neueren Untersuchungen von Poulton und Thomas, besitzt das Schnabeltier, bis es ungefähr ein Drittel seiner Größe hat, 2 Zähne in jedem Oberkiefer und 3 in jedem Unterkiefer, welche Wurzeln und eine niedrige breite multituberkulare Krone zeigen. Letztere nutzt sich durch den Gebrauch ab, worauf die kurze Wurzel resorbiert wird. Auffallenderweise wuchert das Epithel der Mundhöhle unter dieselben und füllt die Alveolen der ausfallenden Zähne an, um an deren Stelle Hornplatten entstehen zu lassen, die später zum Kauen dienen. Jedenfalls war die ursprüngliche Bezahnung reichhaltiger, da in jedem Kiefer wenigstens 4 Zähne angelegt werden. Außer zwei Höckern, sind diese Zähne mit zahlreichen feinen Tuberkeln am Rande versehen, wodurch sie sich am meisten den Allotherien (Multituberkulaten) nähern.

Zu den Monotremen kann man auch die — vielfach unter die Marsupialier gruppierten — schon erwähnten, im Eozän aussterbenden, leider nur unvollkommen bekannten **Allotherien** (Multituberculata Cope) rechnen. Bei den Tieren dieser Gruppe ist nur ein Schneidezahn stark entwickelt, der Eckzahn ist rudimentär oder er fehlt ganz. Nach einem weiten Diastema folgen nach Form und Zahl variable Prämolaren, die teils höckerige oder schneidende Form besitzen. Die Molaren zeichnen sich durch 2—3 Reihen von Tuberkeln aus, welche Längstäler zwischen sich fassen. Die Kiefer zeigen eine nagetierähnliche Bewegung von vorn nach hinten; die Form des Unterkiefers, dessen Proc. angularis nicht eingebogen ist, spricht gegen Beziehung der Multituberkulaten zu den Marsupialiern. Die Allotherien bildeten eine Gruppe kleiner Mammalien, die in der Trias, im Jura und in der Kreide lebten und spätestens im unteren Eozän ausstarben. Hierher gehören *Microlestes, Ptilodus, Plagiaulax* und *Thylacoleo.* Ihre multituberkularen Zähne erinnern an die hinfälligen Zähne des Schnabeltieres. *Tritylodon*, aus der Trias Südamerikas (Fig. 80), zeichnet sich durch kräftige nagerartige Schneidezähne aus, hinter denen ein Paar kleiner Zahnstifte steht. *Cimolomys*, aus der Kreide, hat ebenso wie *Tritylodon*, die charakteristisch multituberkularen Zähne. *Polymastodon* (Fig. 81), aus dem Untereozän, von Neumexiko, zeigt auf seinem vorderen oberen Molar drei Reihen von Höckern, während der untere nur zwei Reihen hat. Der untere Prämolar ist einfach, oben ist keiner vorhanden; der einzige Incisivus befindet sich im Unterkiefer. Owen behauptete, daß wegen der mit langen und scharfen Schneiden versehenen Prämolaren bei *Plagiaulax* und *Thylacoleo* diese beiden Species Karnivoren seien und daß namentlich das letztere Tier die einfachste, aber für ein Raubtier vollständig ausreichende Bezahnung besessen habe. Dem widersprachen Falconer in bezug auf *Plagiaulax* und Flower betreffs des *Thylacoleo* schon wegen der reduzierten Eckzähne. Nach Tomes liegt der Schlüssel zum Verständnisse dieses eigentümlichen Zahnes bei beiden fossilen Tieren in der Gestalt der Prämolaren beim herbivoren Hypsiprymnus. Es waren nur wenige, aber dafür um so größere Schneidezähne vorhanden und die zwischen ihnen und den großen Prämolaren stehenden Zähne waren verkümmert — zwei Eigentüm-

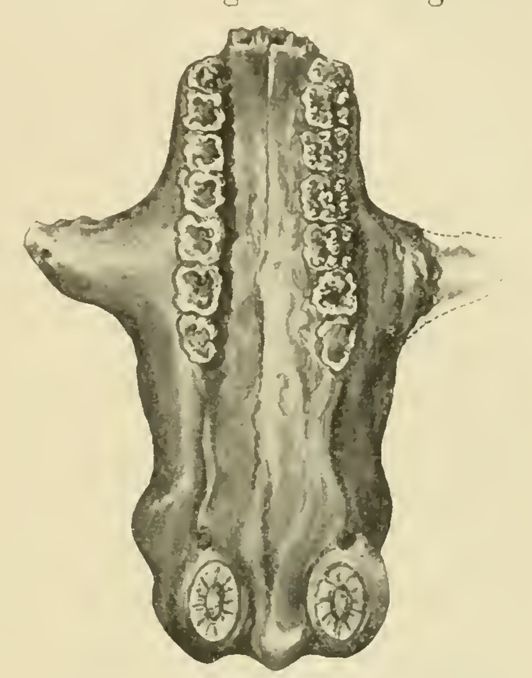


Fig. 80. **Oberkiefer von *Tritylodon longaveus.*** Ventralansicht. $^{9}/_{10}$ nat. Größe.

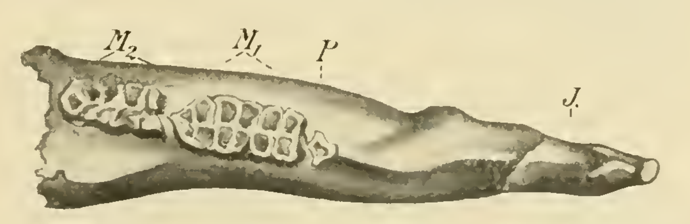


Fig. 81. **Rechter Unterkiefer von *Polymastodon.*** Aeußere Ansicht. $^{1}/_{2}$ nat. Größe.

lichkeiten, die bei den herbivoren Känguruhs vorhanden sind. *Thylacoleo*, der von Tomes u. a. zu den Marsupialiern gezählt wird, hat I $\frac{3}{1}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{1}{2}$, unterscheidet sich jedoch von allen bekannten Tieren durch die ungeheure Größe des dünnschneidigen unteren Prämolaren (der bei alten Tieren flach abgeschliffen ist), der eine ungeheure Ausbildung erreicht und mit scharfer Schneide gegen einen Antagonisten des Oberkiefers gerichtet ist, und durch die rudimentäre Beschaffenheit der eigentlichen Molaren, welche durch die letzten Prämolaren verdrängt werden. Seine Schneidezähne, die stark nach vorn gekrümmt sind und dicht aneinander stehen, sind gar nicht dazu geeignet, irgendein lebendiges Tier, das sich dagegen wehrt, zu fangen und festzuhalten; und die Zähne, welche dem Prämolar mit der scharfen Schneide am ähnlichsten sind, findet man bei den harmlosen herbivoren Tieren, so daß die meisten Beweise gegen die Ansicht von Owen sprechen, daß dieses Tier ein großer Karnivor gewesen sei; schon wegen der reduzierten Eckzähne ist letzteres zu bezweifeln. *Ctenacodon* Marsh, auch eine mesozoische Form wie Plagiaulax, hat einen einzelnen unteren langen, spitzigen Schneidezahn, 4 komprimierte scharfschneidige Prämolaren, namentlich der 4., und hinter diesen 2 unscheinbare höckerige Molaren; der untere Molar mit zwei, der obere mit drei Reihen von Tuberkeln. Ob andere, im Jura auftretende Formen mit hohen Zahnzahlen (*Phascolotherium* mit 48 Zähnen, *Amphitherium* mit 64 Zähnen) schon auf die Marsupialier oder Insektivoren bezogen werden können, hält Hertwig für zweifelhaft. *Phascolotherium*, nur in einem Unterkiefer aus dem Stonesfielder Jura bekannt, besitzt 3—4 durch Lücken voneinander getrennte, vertikal stehende Schneidezähne, kleine, ebenfalls alleinstehende zweiwurzelige Eckzähne, 3 Prämolaren mit Cingulum und basaler Spitze und 4 fünfzackige (tuberkulo-sektoriale) zweiwurzelige Molaren, deren Formen allmählich ineinander übergehen. Hiernach lautet die Formel für den Unterkiefer: I $\frac{0}{3-4}$; C $\frac{0}{1}$; P $\frac{0}{3}$; M $\frac{0}{4}$. Bei *Amphitherium*, ebenfalls nur in Unterkiefern des Stonesfielder Jura bekannt, sind außerordentlich viel Backzähne vorhanden: nämlich 6 Prämolaren und 6 Molaren; erstere sind einfach und spitzkegelförmig, die Molaren mehrzackig und alle zweiwurzelig. Die Zahnformel stellt sich hiernach für die Unterkiefer auf: I $\frac{0}{3}$; C $\frac{0}{1}$; P $\frac{0}{6}$; M $\frac{0}{6}$.

2. Unterklasse: **Marsupialia s. Didelphia. Beuteltiere.**

Ein wichtiges Merkmal für die Beutler ist der Winkel des Unterkiefers, welcher fast stets hakenartig nach innen eingebogen ist (Fig. 82). Ebenso von Bedeutung ist der rudimentäre Zahnwechsel. Bei diesen Tieren persistiert das Milchgebiß und es wird nur der 3. Prämolar gewechselt. Gebiß I $\frac{5}{4\ (5)}$; C $\frac{1\ (0)}{1\ (0)}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{4}{4}$. Vor den funktionierenden Zähnen steht eine Reihe nie zur Ausbildung gelangender Zahnanlagen. Nach den heutigen Anschauungen eines Teiles der Autoren stellen diese Rudimente Reste einer prälaktealen Reihe dar, die funktionierenden Zähne für die I. Dentition. Nach anderer Auffassung gilt die prälakteale Reihe für das rudimentär gewordene Milchgebiß, während die funktionierenden Zähne als das permanente Gebiß

betrachtet werden. Backzähne sind in jeder Kieferhälfte sieben vorhanden. Die oberen sind dem Phascologale gegenüber, dessen Backzähne noch die ursprüngliche Form haben, insofern verändert, als die mittlere Spitze nicht mehr die höchste ist. Die Zahl der vorderen Zähne steigt bis auf 5 obere — der höchsten bekannten Formel — und 4 untere jederseits. Die Schneidezähne sind sehr veränderlich an Zahl und ebenso von verschiedener Bedeutung. Die Eckzähne fehlen bisweilen nur unten, bei einigen Gattungen in beiden Kiefern. – Man teilt die Beuteltiere in zwei Hauptgruppen, Fleischbeutler und Pflanzenbeutler.

Das Gebiß richtet sich in markanter Weise nach dieser Einteilung. Es kann dementsprechend bei karnivorer Lebensweise der Bezahnung der Karnivoren ähnlich eingerichtet sein oder bei frugivorem und herbivorem Charakter der Tiere den Insektivoren gleichen. In diesem Falle beträgt die Zahl der Schneidezähne bei den Didelphyiden $\frac{5}{4}$, bei den Perameliden $\frac{5}{3}$; bei den Dasyuriden $\frac{4}{3}$; die Eckzähne sind groß. Owen nannte diese Gebißform polyprotodont; sie unterscheidet sich durch die hohe Zahl der Incisivi von dem Gebiß der Monodelphia (Placentalier), da hier mehr als $\frac{3}{3}$ Schneidezähne vorkommen. Die Angabe, daß bei Sorex 4 obere Incisivi vorhanden sind, wird von Winge, Woodward bestritten, denn bei Fleischbeutlern sowohl wie bei Pflanzenbeutlern sind im Unterkiefer die langen zentralen Incisivi nicht nur gut erhalten, sondern auch kräftig entwickelt und nach vorn gerichtet, während die lateralen Schneidezähne (I_2, I_3) nur noch bei den Phalangisten vorhanden sind, aber in rudimentärer Form, wobei die Eckzähne in der Regel fehlen oder dann nur rudimentär vorkommen. Wegen dieser Prävalenz des jederseitigen zentralen Schneidezahnes nennt man dieses Gebiß diprotodont. Auch im Oberkiefer sind meist nur die zentralen Incisivi gut entwickelt, während die anderen und die Eckzähne klein sind.

Die Form des Kondylus und der Gelenkgrube wechselt mit dem Gebrauch des Unterkiefers, mit der Art der Bezahnung und mit der Lebensweise. Bei Karnivoren und insektivoren Beutlern ist das Gelenk ein Scharniergelenk, der Kondylus walzenförmig oder rundlich, aber niedrig. Diese Form bleibt im allgemeinen konstant, besonders da, wo dem Unterkiefer Gleitbewegungen und namentlich seitliche gestattet sind. Bei den Phalangistiden ist selbst Rotation jeder Unterkieferseite möglich.

2. Ordnung: **Zoophaga s. Polyprotodontia. Fleischbeutler.**

Hierher gehören eine große Menge Beuteltiere samt den ältesten Formen dieser Klasse. Da diese Tiere Karnivoren sind, haben sie eine dementsprechende Bezahnung; Schneidezähne können bis zu 5 in jeder Oberkieferhälfte und zu 3—4 nach vorn genigte Zähne im Unterkiefer jederseits vorhanden sein; die komprimiert kegelförmigen Eckzähne sind besonders stark ausgebildet und besitzen oft zwei Wurzeln; spitzhöckerige Backzähne mit trituberkularem und trikonodontem Typus sind zu 6—12 vorhanden. Das ganze Gebiß zeigt den Typus einer Raubtierbezahnung.

Dasyuridae, Familie der Beutelmarder, gefräßige typische Raubbeutler. Die Gattung *Dasyurus viverrinus* zeigt die Bezahnung I $\frac{4}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2\,(3)}{2\,(3)}$; M $\frac{4}{4}$. Bei einigen fossilen Arten, von denen man nur den Unterkiefer kennt, steigt die Zahl der Prämolaren auf 6, die der Molaren auf 10. Die Schneidezähne sind nur durch eine schmale Lücke oder gar nicht in der Mitte getrennt (OWEN spricht der Gattung die Lücke überhaupt ab); im Oberkiefer sind die Formen gleichmäßig und etwas kleiner als die unteren Schneidezähne; die Schneidekante nützt sich frühzeitig ab. Die gekrümmten Eckzähne sind sehr schlank und die oberen vorn flach, während die des Unterkiefers in tiefe Gruben des Praemaxillare eingreifen. Die Prämolaren sind stark komprimiert, zweiwurzelig und haben vorn und hinten einen schwach angedeuteten Basalhöcker. Die Molaren sind fsst noch tuberkulo-sektorial mit drei großen Außenzacken. Die drei ersten Molaren des Oberkiefers haben schief-dreiseitige Form und lange scharfe Spitzen, wie bei den Insektivoren, und zwar drei äußere und zwei innere; der letzte Molar ist quer-dreihöckerig. Der erste Molar des Unterkiefers besitzt einen vorderen Hauptzacken und zwei kleinere hintere Höcker; die 3 letzten Molaren haben einen vorderen kleinen Höcker, einen äußeren Hauptzacken mit innerem spitzen Höcker; die ganze Form dieser Zähne erinnert an den Reißzahn der

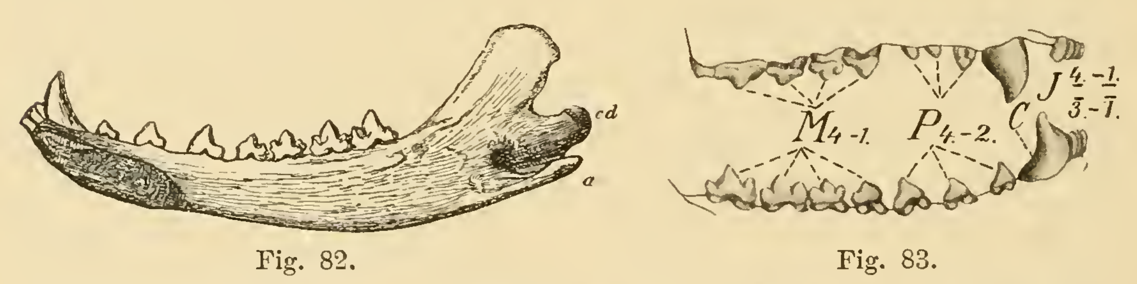


Fig. 82. Fig. 83.

Fig. 82. **Unterkiefer von *Thylacinus cynocephalus*** von innen. *a* der für die Marsupialier charakteristische Unterkieferfortsatz, *cd* Gelenkfläche. Nach FLOWER.

Fig. 83. **Die rechte Hälfte beider Zahnreihen von *Thylacinus cynocephalus*.** Aeußere Seitenansicht.

Karnivoren. Bei *D. ursinus s. Sarcophylus*, Beutelbär, ist der reißzahnähnliche Charakter der Zähne weniger ausgesprochen, und letztere sind plumper gestaltet. *Thylacinus cynocephalus* (Fig. 82, 83), Beutelwolf, hat: I $\frac{4}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{4}{4}$. Die Bezahnung ist den Canidae sehr ähnlich. LYDEKKER verteidigt in einer Vergleichung der Zahnformeln der Marsupialier und plazentalen Karnivoren deren seriale Homologie und stellt für *Thylacinus* die Formel auf: P $\frac{1-4}{1-4}$; M $\frac{1-3}{1-3}$. Die scharfschneidigen, kleinen, zylindrischen Schneidezähne, in einem Halbkreis geordnet, stehen sehr eng nebeneinander und sind in beiden Kiefern in der Mitte meist voneinander durch eine Lücke getrennt. Der Größe nach überwiegen die oberen und von diesen die äußeren alle übrigen. Die Eckzähne sind in beiden Kiefern kräftig, zugespitzt und verhältnismäßig nicht so lang, wie beim Hunde. Die Spitze der unteren greift in eine Vertiefung des Zwischenkiefers. Die zweiwurzeligen Prämolaren sind denen des Hundes sehr ähnlich mit stark komprimierten kegelförmigen Kronen, ohne Basalhöcker,

aber mit nach hinten vortretender Basis. Die Molaren des Unterkiefers ähneln dem Reißzahn des Hundes und zeigen dreizackige komprimierte Kronen. Die des Oberkiefers sind ungleich dreiseitig und nehmen vom ersten zum dritten an Größe zu, während der vierte wieder kleiner wird. Jeder Molar zeigt einen mittleren Haupthöcker, einen vorderen und hinteren kleineren Höcker, während der innere Teil durch einen stumpfen Höcker gebildet wird.

Temminck scheidet die 7 Backzähne in 2 Prämolaren und 5 Molaren, während Owen 3 Prämolaren und 4 Molaren annimmt. *Phascologale penicillata*, Beutelbilch, ein blutgieriges kühnes Raubtier, hat I $\frac{4}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{4}{4}$. Die Schneidezähne sind für das ganze Gebiß charakteristisch. Von den 8 oberen sind die beiden mittleren bedeutend länger, dick, rundlich, zugespitzt und mit den Spitzen gegeneinander geneigt. Die seitlichen Zähne sind viel kleiner und gleichmäßig gestaltet; im Unterkiefer nehmen die Schneidezähne von innen nach außen an Größe ab. Die schlanken Eckzähne zeigen mäßige Länge. Die Prämolaren sind spitzkegelig mit vorderen und hinteren Basalhöckerchen; im Unterkiefer ist der dritte viel kleiner als der erste und zweite. Die Molaren sind denen von Dasyurus sehr ähnlich, jedoch ist im Unterkiefer der kleine Höcker am Hauptzacken nicht vorhanden, und im Oberkiefer besitzt nur der 2. Molar deutlich ausgebildete Mittelhöcker.

Die Unterschiede der anderen Arten von *Phascologale* sind durch kleine Modifikationen der Schneidezähne erkennbar. Bei *Antechinus flavipes*, Beutelmaus, sind die mittleren Schneidezähne nicht vergrößert. *Myrmecobius fasciatus*, Ameisenbeutler, ein kleines australisches Beuteltier, ist ein entschiedener Insektivor und bildet den Uebergang zu den Perameliden. Die Zahl der Zähne übersteigt die typische Säugetierformel der rezenten Mitglieder. I $\frac{4}{3-4}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{6\,(5)}{6\,(5)}$. Die kleinen Schneidezähne stehen getrennt voneinander und sind stumpf eckzahnartig; im Oberkiefer an Größe übereinstimmend, sind unten die beiden mittleren bedeutend vergrößert und den Nagezähnen ähnlich. Die kurzen und stark komprimierten Eckzähne stehen weit getrennt von den Schneidezähnen. Die Prämolaren sind zweiwurzelig, in beiden Kiefern scharfspitzig, der dritte zeigt kleine spitze Basalhöcker. Der 1. Molar zeichnet sich durch eine stark komprimierte Krone aus und hat zwei stumpfe niedrige Höcker; die anderen Molaren des Unterkiefers haben noch einen inneren stumpfen Höcker, wodurch sie an Volumen der Krone zunehmen: die letzten Molaren haben auf der Innenseite je zwei Paar stumpfe Kegelhöcker, denen nach der Außenseite ein stumpfer Ansatz entspricht. Die Backzähne sind alle schwach entwickelt.

Peramelidae, Familie der Beuteldachse, sind insektivorenähnliche Tiere. Die typische Gattung *Perameles nasuta* hat die durchaus polyprotodonte Bezahnung: I $\frac{4-5}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{4}{4}$. Von den verhältnismäßig zahlreichen Schneidezähnen — deren Zahl darauf hinweist, daß sie von sehr primitiven Polyprotodontien herstammen — sind die beiden mittleren durch eine schmale Lücke getrennt; sie sind die kleinsten und stumpf; die drei folgenden, hintereinander gruppiert, sind stark zusammengedrückt und mit langer Schneide versehen; der 5. Schneidezahn hat die Gestalt eines Eckzahnes. Die Incisivi des

Unterkiefers werden nach hinten zu kleiner, und der 3. hat außen einen oft deutlich entwickelten Nebenzacken. Der allein stehende Eckzahn ist klein und scharf zugespitzt, während er bei den verschiedenen Arten von *Perameles* relativ größer ist. Die Kronen der Prämolaren sind komprimiert und spitzig und haben mehr oder wenig ausgesprochene Nebenhöcker; der 3. Zahn ist etwas dicker. Die Molaren sind im Oberkörper fast quadratisch und zeigen an der Außenseite zwei mittlere, tief geteilte, spitze Haupthöcker, mit vorderem und hinterem Nebenhöcker; jedes dieser äußeren Höckerpaare vereinigt sich nach innen zu einem neuen Höcker. Der letzte Molar ist ziemlich kleiner. Im Unterkiefer besitzen die Molaren vier scharfkantige spitze Höcker, die zu je zweien ein Querjoch bilden. *Choeropus castanotis* hat die Formel I $\frac{4}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{4}{4}$, also einen oberen Incisivus weniger als *Perameles*. Die Schneidezähne des Oberkiefers sind kegelförmig, während sie im Unterkiefer stumpf und beim letzten gekerbt erscheinen. Die Eckzähne sind komprimiert kegelförmig; der 1. obere Prämolar eckzahnartig, die übrigen dreizackig und in Lücken stehend. Die Molaren bestehen aus je zwei dreiseitigen Prismen. Während nach Owen die obere Reihe 4 Schneidezähne enthält, zählt Waterhouse deren 5.

Notoryctidae, Familie der Wurfbeutler, kann sich hier anschließen. Diese maulwurfähnlichen Tiere werden durch den blinden *Notoryctes typhlops*, Beutelwurf, repräsentiert, mit der Zahnformel: I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{2}$; M $\frac{4}{4}$. Bezahnung durchaus polyprotodont. Die Eckzähne sind von den benachbarten Schneidezähnen und Lückenzähnen wenig unterschieden. Charakteristisch ist die auffallende Gleichheit der Molaren.

Didelphyidae, Familie der Beutelratten, bei einigen Zoologen eine besondere Ordnung als Pedimana bildend, sind Tiere von Rattengröße und dem Gebisse nach den Raubbeutlern ähnlicher als den Insektivoren. Die gegenwärtig nur in Amerika lebenden Tiere sind wahrscheinlich die ältesten der jetzt lebenden Beutler. Vertreter dieser Familie ist *Didelphys* (Fig. 84) mit der Formel I $\frac{5}{4}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{4}{4}$. Die kleinen stumpfen Schneidezähne haben im Unterkiefer eine Mittellücke und nehmen zum äußeren hin etwas an Größe ab; im Oberkiefer stehen die beiden mittleren allein und sind bedeutend länger, die anderen folgenden zeigen gleichmäßige Größe. Die Eckzähne sind komprimiert, lang und gekrümmt; die des Unterkiefers auffallend kürzer als die oberen. Die zweiwurzeligen Prämolaren sind kegelförmig; der erste steht allein und zeichnet sich durch kleine Form aus, der dritte ist dick. Die Molaren zeigen den Typus der Dasyurenzähne. Im Oberkiefer sind sie dreiseitig, an der Außenfläche mit zwei Haupthöckern und einem kleinen hinteren Nebenhöcker; nach innen je zwei Höcker, die durch einen kantigen Ansatz miteinander verbunden sind. Der 1. und 4. Molar sind kleiner als der 2. und 3. Im Unterkiefer zeigen die Molaren wieder je drei vordere Zacken und zwei niedrige hintere Höcker. Bei *D. cancrivora* sind die Eckzähne schwächer und kleiner. *D. opossum* zeigt wie alle Opossums große Eckzähne unter den größeren Arten, die Fleischfresser sind, während die kleinen Species mehr reine Insektivoren sind.

Zu dieser Familie gehört auch die Gattung *Caenolestes*, die zu einer besonderen Familie Epanorthidae von verschiedenen Zoologen gerechnet wird. In der Bezahnung I $\frac{4}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{4}{4}$ schließt sich *Caenolestes* den Diprotodontien insofern an, als die vorderen Schneide-

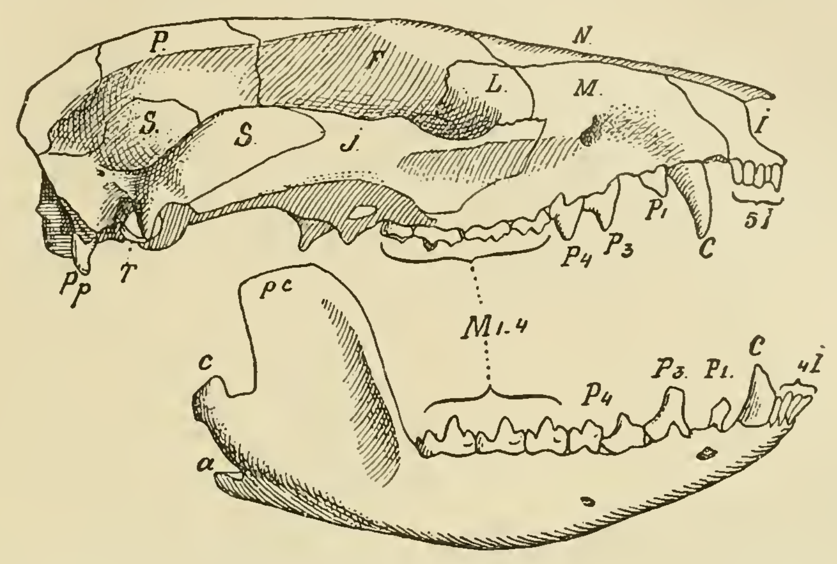


Fig. 84. **Schädel von *Didelphys marsupialis.*** *a* Proc. angularis, *C* Condylus mandibulae, *F* Frontale, *I* Praemaxillare, *J* Jugale, *L* Lacrimale, *M* Maxillare, *N* Nasale, *P* Parietale, *pc* Proc. condyl. mandibulae, *Pp* Proc. paroccipitalis, *S* Squamosum, *T* Tympanicum, *M 1. 4* Molares, *P 1. 3. 4* Praemolares, *C* Canini, *I 5. 4* Incisivi. Nach Winge.

zähne des Unterkiefers verlängert und nach vorn gerichtet sind; hinter ihnen folgen aber vier kleine einspitzige Formen: I_2 I_3 C_1 P_1 wodurch diese Gattung sich mehr den Polyprotodontien nähert.

Chironectidae, Familie der Schwimmbeutler, mit der Gattung *Chironectes variegatus*, schließt sich innig an die Didelphyiden an, hat aber nur 2 Prämolaren und 3 Molaren in jeder Reihe.

3. Ordnung: **Phytophaga s. Diprotodontia, Pflanzenbeutler.**

Diese Beutler haben ein ausgesprochenes Frugivorengebiß; die herbivore Ernährungsweise zeigt sich vor allem in der Rückbildung der Eckzähne, welche im Unterkiefer meist fehlen und im Oberkiefer zum wenigsten sehr klein bleiben. Am auffallendsten ist die Annäherung dieser Tiere an die Rodentien dadurch, daß die im Unterkiefer meist einzigen zwei Schneidezähne von ganz außerordentlicher Größe und von meißelförmiger Gestalt sind. Sie sind vorgestreckt und wachsen auf offenen Pulpen. Im Oberkiefer sind meist mehr als zwei Schneidezähne vorhanden, die alle scharfe Schneiden haben; der mittlere jederseits übertrifft an Größe seinen Nachbarn. Eckzähne sind bei wenigen Arten in beiden Kiefern gleichzeitig vorhanden. Die Backzähne zeigen meist eine so übereinstimmende Gestalt, daß eine Scheidung derselben in Prämolaren und Molaren schwierig ist. Wo keine Eckzähne vorhanden sind, besteht zwischen den Schneidezähnen und der Reihe der Molaren eine Lücke.

Phalangistidae s. Phalangeridae, eine Familie, bei welcher das herbivore Gebiß am wenigsten ausgesprochen ist. Die Tiere leben

analog den Eichhörnchen vorwiegend von Früchten. Daß die Diprotodontien aus Polyprotodontien entstanden sind, wird durch die Beobachtung wahrscheinlich, daß junge Phalanger und Känguruhs polyprotodont sind. Bei den Phalangisten sind Eckzähne zwar vorhanden, aber schwach entwickelt. *Phalangista* s. *Phalanger* hat die Formel I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{(1)\,0}$; P $\frac{(1-3)}{(1-3)}$; M $\frac{4}{4}$. Von den scharfschneidigen Schneidezähnen des Oberkiefers sind die beiden mittleren länger, der zweite ist meist der dickste und der dritte der kleinste. Die beiden unteren sind lang und bedeutend größer, außen konvex und innen flach; sie sind vorgestreckt und wachsen von offenen Palpen. Der Eckzahn ist im Oberkiefer stumpf- oder spitzkegelig, mehr oder weniger komprimiert und ragt nur selten aus der Zahnreihe hervor; der untere Eckzahn stellt einen verkümmerten Stumpf dar. Die Zahl der Prämolaren variiert ebenso wie die Form, die eckzahnartig, stumpf und dick oder vierseitig molarenähnlich sein kann. Der letzte ist groß mit scharfer gefurchter Schneide. Die Molaren sind vierseitig, die oberen quadratisch, die unteren komprimiert; der letzte kleiner. Jeder besitzt zwei scharfe Querjoche mit zackig vorspringenden Kanten, die durch Abnutzung stumpfer werden. *P. ursina* hat die Formel I $\frac{3}{1}$; C $\frac{1}{1}$ P $\frac{2}{1}$; M $\frac{4}{5}$. Bei dieser Art ist der äußere obere Schneidezahn gegen den zweiten viel größer; der 1. Prämolar ausgesprochen eckzahnartig, der 2. komprimiert stumpfhöckerig; der erste untere ein unscheinbarer Stumpf, der folgende dick mit gekerbter Kegelkrone. Bei *P. maculata* nehmen die oberen Schneidezähne von der Mitte nach außen gleichmäßig an Größe ab; oben ist nur der eckzahnartige Prämolar vorhanden, unten steht nur ein sehr kleiner. Die Arten mit der Zahnformel I $\frac{3}{1}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{3}{4}$; M $\frac{3}{3}$ bilden die Untergattung *Dromicia*. Hierher gehört auch *Dactylopsila trivirgata* (Fig. 85), dessen Gebiß deutlich die diprotodonte Bezahnung charakterisiert. *Trichosurus* hat I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{0}$; B $\frac{6}{5}$. An die Gattung Phalangista schließt sich innig an *Tarsipes rostratus*, der an Größe und Zahl der Zähne stark zurücksteht, mit der Formel I $\frac{2}{1}$; C $\frac{1}{0}$; B $\frac{3}{2}$ oder mehr Backzähnen, die alle getrennt voneinander, klein und meist so reduziert sind, daß nur die oberen Eckzähne und die unteren Schneidezähne sichtbar werden. *Petaurus* hat die Formel I$\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{(0-1)}$; P $\frac{3}{1-4}$; M$\frac{3-4}{3-4}$. Die oberen Schneidezähne stehen seitlich hintereinander, die mittleren sind bedeutend größer und durch eine Lücke getrennt, die anderen beiden sind kurz und breit; die unteren sind an der Basis zylindrisch. Der Eckzahn ist meist kleiner als der vordere Schneidezahn. Im Unterkiefer ist er meist rudimentär oder er fehlt gänzlich. Der erste alleinstehende Prämolar ist klein und kegelförmig; er

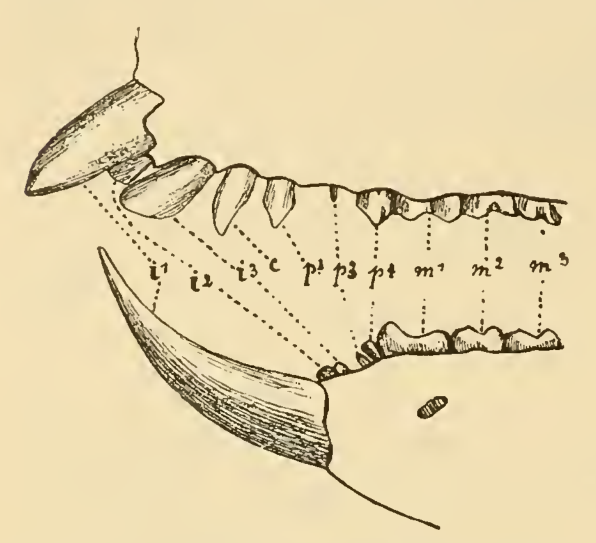


Fig. 85. **Diprotodonte Bezahnung von *Dactylopsila trivirgata*.** Nach O. Thomas.

ist nur einwurzelig, während die beiden anderen mit je zwei und drei Höckern, zwei Wurzeln haben, komprimiert sind und auf breiter Basis stehen. Im Unterkiefer sind die Prämolaren komprimiert und einfach. Die oberen Molaren besitzen drei oder vier scharfe Höcker, die unteren sind gleich gestaltet, nur schmäler. Bei *Pseudochirus* Ogilby, mit der Formel I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{0}$; B $\frac{7}{7}$, haben die Molaren noch die ursprünglichen Spitzen.

Phascolarctidae, Familie der Beutelbären, mit der einzigen Gattung *Phascolarctos cinereus,* der graue Koala, hat die Formel I $\frac{3}{1}$; C $\frac{1\,(0)}{0}$; P $\frac{1}{1}$; M $\frac{4}{4}$. Die Zähne sind wurzellos und in beiden Kiefern je ein großer Nagezahn vorhanden. Die Schneidezähne entsprechen denen von Phalangista, im Oberkiefer sind die beiden mittleren dicker, als die unteren. Der Eckzahn ist mäßig entwickelt. Der einzige Prämolar komprimiert und scharf, an der Innenfläche parallel gestreift. Die Molaren zeigen dreikantige, scharfe Höcker. Im Unterkiefer sind die Zähne auf der Innenseite etwas konkav. Die Milchzähne sind ebenso reduziert wie bei Thylacinus.

Halmaturidae s. Poëphaga, Familie der Makropodiden oder Känguruhs, Springbeutler, entsprechen unseren Huftieren. Das Gebiß erinnert an das der Pferde, wenngleich die Zahl der unteren Schneidezähne, von denen jederseits drei vorhanden sind, eine geringere ist. Von den oberen Schneidezähnen sind die medialen sehr

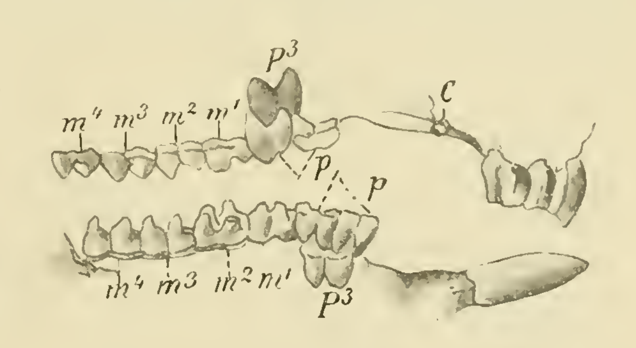


Fig. 86. **Gebiß von *Halmaturus ualabatus*** (verkleinert). Der Wechselzahn *P*, der einzige Zahn der II. Dentition, ist freigelegt. Nach dem Durchbruch vertritt er die beiden einzigen Prämolaren. *C* ist der rudimentäre Eckzahn des Oberkiefers. (Durch Versehen in der Zeichnung sind die Zahlen bei den Zähnen des Unterkiefers oberhalb anstatt unterhalb der Zahnsorten gesetzt worden.)

groß, die beiden unteren stehen fast horizontal gerichtet. Die Zahnformel für diese Familie lautet: I $\frac{3}{1}$; C $\frac{0\,(1)}{0}$; P $\frac{1}{1}$; M $\frac{4}{4}$. (Fig. 86.) Die typische Gattung *Macropus s. Halmatarus,* Känguruh, zeichnet sich durch den völligen Mangel der Eckzähne aus, sowie durch die äußerst große Lücke zwischen Schneide- und Backzähnen. Die oberen Schneidezähne sind oft an der Außenseite mit ein bis zwei scharfen Rinnen versehen und von veränderlicher Größe, doch ist der vordere meist der längere und dickere, der zweite der kleinste, der dritte der breiteste; sie wachsen nicht von offenen Palpen. Die unteren dagegen wachsen von offenen Palpen, stehen fast horizontal und sind seitlich stark komprimiert. Der vordere Backzahn ist komprimiert, dreihöckerig und kleiner, während die übrigen Backzähne zwei scharfe Querjoche besitzen. *Hypsiprymnus murinus s. Bettongia,* Känguruhratte, hat die Formel I $\frac{3}{1}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{1}{1}$; M $\frac{4}{4}$. Die oberen Schneidezähne stehen hintereinander, die mittleren sind nicht durch eine Lücke getrennt, sie sind zugespitzt und länger und stärker als die beiden hinteren. Durch eine kleine Lücke von ihnen geschieden, folgt der Eckzahn, der auf der Prämaxillarnaht steht und komprimiert, gerade und kurz ist. Hinter einer noch größeren Lücke

kommt der Prämolar, der sich durch seine Länge, starke Kompression, fein gekerbte scharfe Kante und durch die seitlichen Vertikalfalten auszeichnet. Die 4 Molaren haben vier zu zwei Querjochen vereinigte scharfe Höckerpaare; der letzte sehr kleine zeigt nur zwei vordere und einen hinteren Höcker. Im Unterkiefer sind die Schneidezähne scharf dreikantig zugespitzt, die Backzähne entsprechen sämtlich denen des Oberkiefers, nur daß hier die schärferen Höcker an der Innenseite, oben an der Außenseite, stehen.

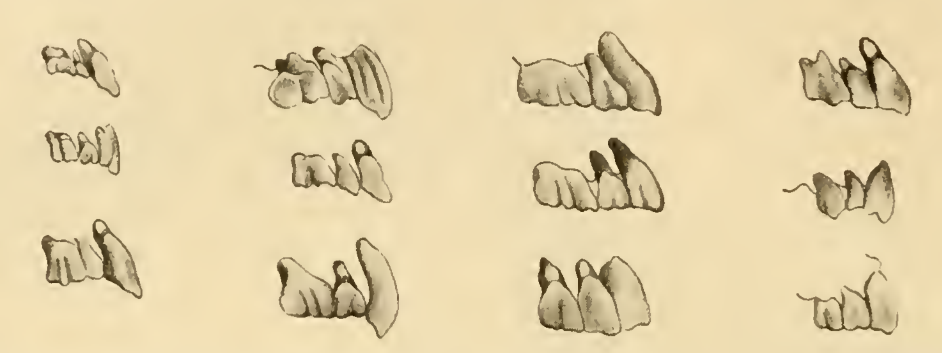


Fig. 87. **Zwölf verschiedene Formen von Species der rechtsseitigen drei Schneidezähne der Gattung** *Halmaturus.* Nat. Größe.

Die Bezahnung der Känguruhs ist augenscheinlich etwas unklar, und zwar deshalb, weil der Milchmolar ein vollständig entwickelter Zahn ist, der von anderen Backzähnen durchaus nicht zu unterscheiden ist, so daß man beim ersten Anblick der Kiefer eines jungen Tieres, wenn der Prämolar vor ihm und hinter ihm die 4 permanenten Molaren vorhanden sind, seinen eigentlichen Charakter nicht vermuten würde. Bettongia bildet den Uebergang zu den höchstdifferenzierten Makropoden mit einem Prämolar.

Unter den jetzt lebenden Tieren bildet keines einen direkten Uebergang zu den Phaskolomiden, aber das aus dem Pleistozän Australiens stammende Diprotodon (Fig. 88) scheint doch diesen Uebergang vermittelt zu haben. Dieses Riesentier zeichnet sich durch gewaltige zylindrische Schneidezähne aus, die über 4 cm im vertikalen und 3 cm im Querdurchmesser haben. Die 5 Backzähne sind sämtlich zweiwurzelig, und die Krone zeigt zwei starke, sanft gebogene Querjoche und einen vorderen und hinteren Basalwulst.

Phascolomyidae s. Rhizophaga, Familie der Nagebeutler, mit nagetierähnlichem Gebisse; sie nehmen die Stelle unserer Nagetiere ein und gehen in diese Ordnung über mit der typischen Gattung *Phascolomys Wombat* (Fig. 89). Die Wombats nähren sich hauptsächlich von Wurzeln. In ihrer Bezahnung gleichen sie ebenfalls den Rodentien. I $\frac{1}{1}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{1}{1}$: M $\frac{4}{4}$. Die beiden langen, etwas gekrümmten, leicht komprimierten Schneidezähne sind echte Nagezähne in beiden Kiefern. Diese Zähne sind scharf meißelförmig. wurzellos und wachsen von offenen Palpen. Von den echten Nagezähnen unterscheiden sie sich dadurch, daß sie vollständig mit Zement bedeckt sind und Schmelz nur vorn und seitlich haben. Eckzähne sind keine vorhanden. Der Prämolar hat einen ovalen Querschnitt und gleicht einer einfachen Säule, so daß er mehr aus diesem Grunde als Prämolar betrachtet wird. Die anderen Molaren werden durch tiefe Furchen in zwei Säulen abgeteilt, wodurch sie dreiseitige

Prismen darstellen, die bei den unteren Zähnen an der Innenseite, bei den oberen an der Außenseite verschmolzen sind. Die wurzellosen Molaren wachsen ebenso von offenen Pulpen. Alle Zähne sind in sehr tiefen und gekrümmten Alveolen eingekeilt. In ihrer Struktur gleichen die Zähne des Wombat insofern nicht denen der Rodentien,



Fig. 88. Fig. 89.

Fig. 88. **Schädel von *Diprotodon australis*.** Linke Seitenansicht. $^1/_{20}$ nat. Gr.
Fig. 89. **Ein unterer wurzelloser Molar von *Phascolomys Wombat*.** a Kaufläche, b linguale und c distale Seite des Zahnes.

als die Zahnkanälchen nicht bis in den Schmelz hineindringen, der daher wahrscheinlich härter und dichter ist und auch nicht so leicht abgenutzt wird. Fossile Wombats von bedeutenderer Größe, als die jetzt lebenden, finden sich in den späteren Tertiärschichten von Australien. Die fossile Art aus dem Wellingtontale, *Phascolomys Mitchelli*, differiert nur durch abweichende Größenverhältnisse der Zähne vom Wombat.

3. Unterklasse: **Placentalia s. Monodelphia.**

Alle nicht zu den Monotremen und Marsupialiern gehörigen Mammalien werden als Monodelphia zusammengefaßt.

Die plazentalen Säugetiere vertreten den aplazentalen gegenüber die höhere Organisationsstufe unter reicherer und mannigfaltigerer Spezialisierung der Formen. Wahrscheinlich haben sich die Plazentalier von den Marsupialiern aus entwickelt, und die Abzweigung von diesen scheint in die Sekundärperiode zurückzureichen; denn die ältesten bis jetzt bekannten Reste entschiedener Plazentalier, welche dem Eozän angehören, besitzen verhältnismäßig schon hochdifferenzierte Bezahnungen. Die Abzweigung ist vielleicht bereits zu einer Zeit erfolgt, als das Gebiß der aplazentalen Vorfahren noch ein sehr reich bezahntes war, bevor die mannigfache Spezialisierung des Marsupialier-Gebisses stattgefunden hatte, mit welcher sich dann die besondere Ausbildung der plazentalen Gebißformen, den entsprechenden Ernährungsverhältnissen angepaßt, konvergent gestaltete. Es ist also mehr als wahrscheinlich, daß die karnivoren Marsupialier den Ausgangspunkt für die Entstehung der plazentalen Säugetiergruppen bildeten. Durch den Mangel der Beutelknochen und meist auch des Fortsatzes am Unterkieferwinkel, die fortschreitende divergente Entwicklung des Gebisses sind die Unterschiede in den Arten der Bezahnung viel ausgesprochener geworden, als bei den Beuteltieren, deren hohe Zahnzahl bei mangelndem oder beginnendem Zahnwechsel das Milchgebiß zugleich in sich einschloß.

Wurzellose Zähne, die bei den vorigen Ordnungen eine gewöhnliche Erscheinung sind, kommen bei den Plazentaliern nur noch vereinzelt vor (Hippopotamus, Hyrax, Chiromys, Rodentien, Elephantiden), während die Edentaten überhaupt keine Wurzelzähne haben.

Hat das Gebiß, dessen ursprüngliche Formel I $\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{1.\ 2.\ 3.\ 4}{1.\ 2.\ 3.\ 4}$; M $\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$ ist, keine sekundäre Umformung erlitten, so sind die Schneidezähne im Ober- und Unterkiefer gleich zahlreich. Regel ist, daß Schneide-, Eckzähne und Prämolaren, letztere meist mit Ausnahme des ersten, gewechselt werden.

Von entschiedener Bedeutung für das Gebiß der Plazentalier ist auch der Trituberkulartypus der Backzähne, der, wie schon im allgemeinen Teile erörtert wurde, von Cope als der Primitivtypus für die oberen Molaren gilt und aus welchem sich dann die verschiedenen Zahnkronen differenziert haben.

Endlich ist der Zahnwechsel in zahlreichen Fällen ein mehr beschränkter, und das Milchgebiß erfordert wiederum in verschiedenem Maße Reduktion, wie bei Talpa, Sorex, bis zur völligen Unterdrückung, wie bei Mus rattus u. a. Bei den Pinnipediern erfolgt der Zahnwechsel schon vor der Geburt. Das Milchgebiß ist durchgängig einfacher und schwach entwickelt und zeigt mehr einfache Form, während das permanente Gebiß höher entwickelt und mehr spezialisiert ist.

4. Ordnung: **Edentata s. Bruta, Zahnlücker.**

Hierher gehören die zahnarmen Tiere, denen die Bezahnung entweder ganz fehlt oder, was mehr vorkommt, in offenkundiger Rückbildung begriffen ist, wobei die Zähne des Schmelzes entbehren, obschon ein Schmelzorgan vorhanden sein kann. Die Anordnung der zwei Dentitionen fällt bei dieser Gruppe fort, wenn auch einzelne Zähne und, wie bei Dasypus, die vorderen frühzeitig ausfallen. Orycteropus und Tatusia besitzen im Embryonalleben noch ein heterodontes Milchgebiß, in welchem sogar Schneidezähne mit Schmelz vertreten sind, auch fossile Faultiere, wie Entelops, haben ein vollständiges Gebiß; man muß daher den Mangel des Zahnwechsels als Rückbildung erklären.

Obschon die Edentaten zu den monophyodonten oder homodonten Säugetieren gehören, so sind bei manchen Arten gewisse Zähne stärker entwickelt als andere, so daß Zähne vorkommen, die als Eckzähne bezeichnet werden dürfen; Tatusia ist jedenfalls diphyodont. Von Schneidezähnen fehlen wenigstens die zentralen des Oberkiefers. Es ist also eine vielfältige Reduktion vorherrschend, sowie eine Umbildung des Gebisses in regressivem, aber so verschiedenem Sinne, daß sich demselben kein Ordnungsmerkmal positiver Art entnehmen läßt.

Die Zähne der Edentaten sind einfach gestaltet und meist von gleichmäßiger Größe; alle sind wurzellos und haben unbeschränktes Wachstum, weshalb eine Teilung in Krone und Wurzel unmöglich ist. Ihrer Struktur nach bestehen sie aus Dentin und Zement und bisweilen noch Vasodentin, in welches sich der zentrale Teil der Pulpa umwandelt. Bei Orycteropus ist das Dentin dem Myliobates ähnlich; Megatherium zeigt hartes Dentin, ein eigentümliches Vaso-

dentin und sehr gefäßreiches Zement nebeneinander (TOMES). Schmelz fehlt den Zähnen der Edentaten, aber CH. TOMES fand bei Tatusia Zahnkeime mit Schmelzorganen, woraus sich schließen läßt, daß das Schmelzorgan allgemein vorhanden ist. ohne daß die spätere Schmelzbildung davon abhängt.

1. Unterordnung: **Manitheria s. Nomarthra.**

Edentaten der alten Welt, von Hornschuppen bekleidete zahnlose Tiere. Auch der Hauptvertreter dieser Gruppe, *Manis laticaudata,* Schuppentier, ist vollkommen zahnlos, wenn auch eine Zahnleiste vorübergehend angelegt wird. *Orycteropus capensis,* Kapschwein (vgl. Fig. 27), hat ungefähr 26 Zähne, von denen aber nicht alle gleichzeitig vorhanden sind, und ein rudimentäres Milchgebiß. Die beobachtete höchste Zahl beträgt für die obere Reihe 8 Zähne, für die untere 6; die niedrigste für oben 5, für unten 4. Die Schwankungen sind in der Hinfälligkeit der sehr kleinen vorderen Zähne begründet. Bis zum vorletzten Zahn nehmen die Zähne an Größe zu; der letzte ist nur halb so groß als der vorletzte. Alle Zähne sind stark komprimiert, die großen sind zylinderförmig und von beständigem Wachstum, obgleich sie nicht den Typus dieser Zähne zeigen. Die rudimentären Milchzähne sind anscheinend ganz funktionslos, trotzdem sie verkalken, aber es ist zweifelhaft, ob sie jemals durchbrechen. Der letzte Zahn ist zweiwurzelig. Das Praemaxillare ist zahnlos. Ihrer Struktur nach nähern sich die Zähne den richtigen funktionierenden Typen. Die wurzellosen säulenförmigen schmelzlosen Zähne, die mit einem Mantel von Zement überzogen sind, das auf der stark sich abreibenden Kaufläche etwas härter erscheint als das Dentin, haben eine eigentümliche Struktur, worüber im Allgemeinen Teile dieses Buches beim Plicidentin die Rede war. WEBER bemerkt zu dieser charakteristischen Anordnung der zahlreichen parallelen Prismen, aus denen das Plicidentin besteht, daß die Pulpa sich offenbar in zahlreiche sekundäre Pulpen zerlegt hat, deren jede ein Zentrum für die Dentinbildung abgab. Der genannte Autor erachtet es denn auch für wahrscheinlich, daß hier das aberrante Reduktionsprodukt eines ursprünglich faltigen Zahnes vorliegt. Derselbe verlor seine Schmelzbedeckung, wurde ein beständig wachsender wurzelloser Zahn mit Dentikelbildung, welche täuschend Selachierzähne nachahmt. Vielleicht dürfen wir diese Zähne von Orycteropus mit dem Vasodentin in Beziehung bringen, wie solches auch in Zähnen von Ungulaten (Tapir), Cetaceen, Sirenen, Megatherium auftreten kann. Das gefäßhaltige Bindegewebe, das hier den Zahn durchzieht, stellt eigentlich doch nur zahllose Miniaturpulpen dar, von denen schließlich immer wieder Dentinröhrchen ausstrahlen. Daß hier vom Standpunkte eines Säugetierzahnes Reduktionserscheinungen vorliegen mit Ausbildung in einseitiger und abweichender Richtung, geht daraus hervor, daß der von den 4 hinteren Zähnen beschriebene Bau in den 3 vorderen hinfälligen (da sie nur bei jungen Tieren auftreten) weit unregelmäßiger ist, insofern als die sekundären Pulpen unregelmäßig nach Form und Lage sind (DUVERNOY). Für die Milchzähne gilt dies in erhöhtem Maße. Nach THOMAS treten von solchen ungefähr sieben auf, die aber nicht durchbrechen, und von denen der letzte zweiwurzelig ist, mit schneidender zackiger Krone. Das Gebiß war somit zweifellos ursprünglich heterodont.

2. Unterordnung: **Bradytheria s. Xenarthra.**

Insektivore Edentaten der neuen Welt, eine alte südamerikanische Gruppe, die sich bis in das Eozän, vielleicht sogar in die Kreide zurück verfolgen läßt.

Trotz vieler Differenzen bezüglich des ganzen Charakters der Xenarthren, ihrer Lebensweise, der Nahrungsart, dem äußeren Vorkommen usw. haben diese Tiere gemeinsame Merkmale, die auf Blutsverwandtschaft beruhen und durch die Paläontologie klar gelegt werden können.

Der Unterkiefer dieser Tiere ist von hoher systematischer Bedeutung, besonders für Untersuchung fossiler Formen. Durch seine frontalen Zähne ist er U-förmig gekrümmt und zeichnet sich durch äußerst niedrigen Kondylus aus; bei Mangel der Vorderzähne wird er an der Symphyse V-förmig (*Dasypus*) oder infolge bedeutender Verlängerung griffelförmig (*Myrmecophaga, Stegotherium*), während die Fortsätze verkümmern. Ebenso erreichen letztere eine bedeutende Höhe mit senkrechter Stellung des aufsteigenden Astes (*Glyptodonten, Gravigraden*).

Das ursprünglich diphyodonte und heterodonte Gebiß wird durch Reduktion meist monophyodont und homodont. Die Zähne entbehren bei allen Tieren des Schmelzes. Bisweilen ist das Praemaxillare zahnlos. Charakteristisch für die ganze Gruppe ist der Canalis mandibularis, der wie beim Menschen auf der äußeren Fläche des Unterkiefers am Foramen mentale ausmündet, außerdem aber noch ein anderes Foramen zum Austritt zeigt, das entweder an der Fazialseite oder Lingualfläche der Basis des Ramus ascendens sich befindet.

Cingulata s. Dasypodidae, Familie der insektivoren Gürteltiere, haben $\frac{8-26}{8-24}$ Zähne. Die Gattung *Dasypus* mit $\frac{8}{8}-\frac{9}{10}$ Zähnen zeichnet sich durch teilweise heterodonte reiche Bezahnung aus; die stiftförmigen Zähne sind aber schmelzlos, obgleich die Anlage eines Schmelzorganes vorhanden ist. Sie werden teilweise noch gewechselt, während andere es nur bis zur Anlage bringen oder vor dem Durchbruch resorbiert werden. Im Unterkiefer kann die Zahl der Zähne von 8 bis auf 24 steigen, im Oberkiefer bis auf 26. Von diesen sind ein bis zwei ihrer Stellung nach bisweilen richtige Schneidezähne. Beide Kiefer tragen kleine zylindrische oder mehr oder weniger komprimierte Backzähne mit kantigen Kauflächen. Bei *D. sexcinctus* sind der erste obere, der im Praemaxillare sitzt, und die beiden ersten unteren Zähne Incisivi, während die folgenden acht als Backzähne betrachtet werden. Im Oberkiefer nehmen sie vom 1. bis zum 6. an Größe zu und werden dann wieder kleiner. In der unteren Reihe finden sich 10 Zähne, von denen die beiden ersten vor dem oberen Incisivus liegen; demzufolge ist der 2. untere Schneidezahn nur an seiner Lingualfläche abgenutzt, der 1. gar nicht, und kann deshalb die Zahnformel auf I $\frac{1}{2}$; M $\frac{8}{8}$ normiert werden. Die Zähne des Unterkiefers werden bis zum vorletzten größer, und der letzte Zahn ist kleiner. Ihr Querschnitt ist elliptisch, die großen Zähne fast rundlich-vierseitig. Alle haben dachförmige Kauflächen und alternieren in beiden Reihen bei geschlossenen Kiefern. *D. gigas* (Priodon), Riesenarmadil, hat in der oberen Reihe 24—26 Zähne jederseits, im Unterkiefer 22—24, so daß die Gesamtzahl auf 100 steigt, was bei

Säugetieren eine seltene Erscheinung ist. Die Backzähne haben reduzierte Wurzeln und sind schmelzlos. Ein Zahnwechsel ist nicht vorhanden, die Tiere sind also Monophyodonten. *Tatusia* mit zahlreichen Arten variiert in den Verhältnissen der Zahl der Zähne ($\frac{7}{7}$ — $\frac{9}{9}$). Im Embryonalleben ist noch ein heterodontes Milchgebiß vorhanden, und die Zähne sind mit Schmelz bedeckt; sie vertreten zweiwurzelige Vorgänger des Milchgebisses, die erst gewechselt werden, wenn das Tier fast erwachsen ist. Von den 7—9 permanenten Zähnen werden die 6—7 vorderen gewechselt. Reinhardt konstatiert vor diesen im Unterkiefer 5 weitere verkalkte Zähne, die im Zahnfleisch verborgen bleiben und resorbiert werden. Von letzteren fand Leche noch weitere drei, die es nur bis zum kappenförmigen Stadium der Entwicklung bringen. Diese beiden Gruppen von rudimentären Zähnen gehören augenscheinlich derselben Dentition an, wie die 6, 7 oder gar 8 sogenannten Milchzähne. *T. peba,* der neungürtlige Armadillo, hat 7 Zähne an jeder Seite des Kiefers, ihr Querschnitt ist rundlich, und die Zähne beider Kiefer alternieren miteinander, so daß nach erfolgter Abnutzung die Kauflächen keilförmig erscheinen; vor dieser Zeit sind dieselben zweilappig. Die Ersatzzähne liegen in der ausgehöhlten Basis der Milchzähne. Diese Aushöhlungen entstehen lediglich durch die Resorption, welche das Heranwachsen der Ersatzzähne verursacht, nicht aber etwa durch Entwicklung von Wurzeln. Die Zähne von Tatusia sind durchweg einfach gestaltet und etwa zu 32 vorhanden (mit Ausnahme von dem oben erwähnten Priodon). Die Mitte des Zahnes wird von einer Art sekundären Dentins ausgefüllt, in welchem Kanälchen in Längsrichtung verlaufen und sich zu Bündeln vereinigen. *Chlamydophorus truncatus,* Schildwurf, besitzt $\frac{8}{9}$ zylindrische Backzähne, von denen die ersten beiden spitzig sind, während die übrigen glatte Kauflächen haben. *Priodontes giganteus,* das größte Gürteltiere, hat aller rezenten $\frac{26}{24}$ kleine Zähne.



Fig. 90. **Querschnitt und Seitenansicht eines wurzellosen Zahnes von *Glyptodon*.**

Den Cingulaten nahe verwandt sind die riesigen brasilianischen diluvialen Glyptodonten. Während die rezenten Cingulaten einfache stiftartige Backzähne besitzen, zeigen die ausgestorbenen Riesencingulaten länglich-prismatische, durch zwei tiefe Quereinschnürungen in drei Pfeiler geteilte Backzähne. Die prismatischen $\frac{8}{8}$ Zähne des *Glyptodon* sind stark komprimiert und durch Längsfurchen geteilt, so daß sie auf einem Schliff dreilappig aussehen (Fig. 90).

Chlamydotherium besitzt 8 Zähne im Oberkiefer und 9 in der unteren Reihe, von denen oben zwei und unten drei ihrer Stellung nach Schneidezähne sind; sie haben nierenförmigen Querschnitt; die Backzähne sind größer, komprimiert und an den Seiten mit vertikalen Rinnen versehen; die Kaufläche zeigt zwei Erhöhungen.

Myrmecophagidae Familie der Ameisenbären mit den Gattungen *Myrmecophaga* und *Cycloturus,* gleicht den Manitherien in ihren zahnlosen Kiefern. Da die Kaufunktion dadurch wertlos wird, ist dementsprechend der Unterkiefer schwach mit niedrigem Proc. condyloideus

und fast fehlendem Proc. coronoideus. Die außerordentlich verlängerten Kiefer können nur wenig geöffnet werden, und der Mund bildet bloß eine schmale Spalte, die sich am Ende des verlängerten Rüssels befindet. Das Tier ergreift seine Nahrung, indem es die lange peitschenähnliche Zunge herausstreckt und Ameisen oder Honig einzieht. Die Andeutung einer Zahnanlage sogar ist noch zweifelhaft.

Bradypodidae, Familie der Faultiere mit $\frac{5}{4}$ stiftförmigen Zähnen, besitzt weniger und weichere Zähne als die Cingulaten. Ihrer Struktur nach bestehen sie im größeren Teile aus Vasodentin. Die Familie ist, wie die diluvialen Riesenfaultiere, auf Südamerika beschränkt.

Die langen primatischen $\frac{5}{4}$ Zähne des *Megatherium* (Riesenfaultier) sind durch eine Längsfurche markiert und bieten größere Kompliziertheit in ihrer Struktur; sie sind aber betreffs ihres ständigen Wachstumes, ihrer gleichmäßigen Form und des Fehlens auf dem Prämaxillare den Zähnen der heutigen Edentaten analog. Der letzte Zahn ist der kleinste.

Die Gattung *Bradypus tridactylus*, das sog. „Aï" (Fig. 91), bei dem auch vor der Geburt die Zähne durchbrechen, hat in beiden Kiefern ursprünglich je $\frac{5}{4}$ schmelzlose stiftförmige Backzähne, von denen der erste der unteren Reihe frühzeitig ausfällt. Dieser ist in beiden Kiefern der kleinste, oben kleiner als unten; dort rundlich-zylindrisch, hier stark komprimiert. Der zweite der oberen Reihe ist der stärkste. Die drei hinteren des Oberkiefers sind kleiner, im Unterkiefer größer. Die Kaufläche aller Zähne erscheint in der Mitte konkav, am Rande erhöht. Bei geschlossenen Kiefern alternieren die Zähne. Schneidezähne und Eckzähne fehlen. Brants, der beim jungen Tier vor den vier permanenten noch einen rudimentären Zahn entdeckt hat, homologisiert denselben mit dem unteren großen Zahn von *Choloepus* und schreibt dessen Zahnformel: I $\frac{0}{0}$; C $\frac{1}{1}$; M $\frac{4}{3}$ und die von *Bradypus* demgemäß I $\frac{0}{0}$; C $\frac{1}{1}$; M $\frac{4}{4}$. Weber wendet hiergegen ein, daß der erste Unterkieferzahn von *Choloepus* zwischen dem ersten und zweiten oberen liegt, bei *Bradypus* aber vor dem ersten oberen. Die Deutung dieser Zähne scheint hiernach noch nicht abgeschlossen, da nach Burmeister bei *Scelidotherium* mit der Formel $\frac{5}{4}$ vor dem ersten unteren ein überschüssiger auftreten kann. Ebenso hat Leche bei *Bradypus* vor den fünf normalen Zähnen eine Zahnanlage entdeckt. *Choloepus didactylus* weicht im Gebiß ziemlich auffallend von den anderen Gattungen ab. Die Gesamtzahl der durchweg schmelzlosen Zähne ist zwar dieselbe; oben 5, unten 4, aber der erste ist in beiden Kiefern von den folgenden Zähnen durch eine breite Lücke getrennt und in einen langen spitzen dreikantigen Eckzahn mit etwas konkaven Seitenflächen umgestaltet. Entgegen der normalen Stellung der Eckzähne steigt hier der obere vor dem unteren abwärts, weshalb dieser auf der vorderen, jener auf der hinteren Seite abgenutzt wird. Die folgenden Zähne werden nach hinten etwas kleiner und der letzte ist der kleinste. Sie sind komprimiert zylindrisch gestaltet, mit ovalem Querschnitt und haben eine dachförmige Kaufläche; nur der letzte zeigt eine einfache, fast horizontale Kaufläche. Die Zahnreihen alternieren bei geschlossenen Kiefern. — Den lebenden kleinen blattfressenden Bradypoden stehen die fossilen Riesenfaultiere, Gravigrada, mit ähnlichem Gebisse gegenüber.

Schneidezähne sind meist nicht vorhanden. Die Eckzähne sind wie die Backzähne wurzellos und ohne Schmelz.

Die fossilen Gattungen aus dem Diluvium Nord- und Südamerikas sind außer dem oben erwähnten Megatherium *Megalonyx* und *Mylodon*, welche in der Zahl der Zähne $\left(\frac{5}{4}\right)$ mit den Bradypoden übereinstimmen und auch in der Gestalt derselben nicht wesentlich abweichen. *Mylodon* (Fig. 92) mit $\frac{5}{4}$ Zähnen zeichnet sich besonders durch seine unregelmäßigen Zahnformen aus. Der erste Backzahn des Oberkiefers ist im Querschnitt rund-dreiseitig mit vorderer konvexer Seite.



Fig. 91.



Fig. 92.



Fig. 93.

Fig. 91. **Obere und untere rechte Zahnreihe von *Bradypus*.** Seitenansicht.

Fig. 92. **Querschnitt der unteren Zahnreihe von *Mylodon Darwini*.**

Fig. 93. **Querschnitt der oberen und unteren Zahnreihe von *Scelidotherium leptocephalum*.**

Der 2., vom 1. durch ein ziemlich großes Diastema getrennt, hat elliptischen Querschnitt. Die anderen drei Backzähne stehen mehr gedrängt und sind dreiseitig. Im Unterkiefer ist das Diastema weniger weit; der 2. Backzahn ist dreiseitig, der 3. quadratisch und der 4., der größte von allen, hat sehr unregelmäßigen Durchschnitt. Alle Zähne besitzen eine ziemlich flache Kaufläche, die nur in der Mitte etwas vertieft ist. *Scelidotherium* (Fig. 93) zeigt eine dem Ameisenbär ähnliche verlängerte Schnauze und eine dem Mylodon ganz analoge Form der Bezahnung. Der 1. Backzahn im Oberkiefer ist jedoch nicht weiter von den anderen getrennt, als diese untereinander. Auch die von Cope beschriebenen eozänen Tiere dieser Gattung, Hemiganus, Psittacotherium, Calamodon und Stylinodon stehen in naher Beziehung bezüglich ihres Gebisses zu anderen Säugetieren. *Psittacotherium* hat $I\,\frac{0.\ 0.\ 3}{0.\ 0.\ 3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{1.\ 2.\ 3.\ 0}{1.\ 3.\ 3.\ 4}$; $M\,\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$; der Schmelz beschränkt sich auf die vordere Fläche der oberen Schneidezähne, während die unteren ganz mit Schmelz überzogen sind. Auch die Eckzähne zeigen nur Schmelz an der Frontseite, und haben analog den Schneidezähnen geschlossene Wurzeln.

Bei *Calamodon* sind die unteren Eckzähne sehr groß, messerförmig, vorn mit dickem Schmelzüberzug, der an der Rückseite ganz fehlt; die Zähne haben beständiges Wachstum, die Backzähne sind eher hypselodont und mit Schmelzstreifen versehen. Bei *Stylinodon* sind die Molaren zylindrisch, mit langen Schmelzstreifen und zeigen

ständiges Wachstum. Nach Wortman hatten diese primitiven Edentaten in ihren frühesten Formen Zähne mit geschlossenen und geteilten Wurzeln und mehr oder weniger vollständigem Schmelzüberzug; später wurden die Formen hypselodont, wurzellos, von beständigem Wachstum, der Schmelz war auf Vertikalstreifen beschränkt und die Schneidezähne in beiden Kiefern vorhanden.

Wortman vereinigt die Gattungen *Conoryctes* Cope, *Onychodectes* Cope, *Hemiganus* Cope, *Psittacotherium* Cope, *Calamodon* Cope als Ganodonta, welche er nicht allein als eine Unterordnung der Edentaten betrachtet, sondern auch als die Stammformen derselben. In ihren ältesten Formen zeichnen sich die Ganodonten durch mehrwurzelige schmelzkronige Zähne aus, die in beiden Kiefern in allen Zahnsorten vorhanden sind. Die trituberkularen Molaren verlieren durch den Gebrauch sehr bald ihre Höcker, so daß das Dentin bloßliegt. Im Verlauf der historischen Entwicklung werden die Zähne hypselodont, wurzellos, während der Schmelz nur in vertikalen Bändern sichtbar ist. *Hemiganus* zeigt $I\frac{0.\ 2.\ 3}{0.\ 2.\ 3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{?}{1.\ 2.\ 3.\ 4}$; $M\frac{?}{1.\ 2.\ 3}$. Die Schneidezähne haben nur an der Labialfläche Schmelz und geschlossene Wurzeln. Ebenso ist es mit den Eckzähnen, die wahrscheinlich in der Jugend ganz mit Schmelz eingehüllt sind, der dann aber an der Lingualfläche dünn wird.

5. Ordnung: **Insectivora. Insektenfresser.**

Hierher gehören kleine Säugetiere, welche in ihrer Erscheinung kleine Typen der Nagetiere wiederholen, in Bau und Lebensweise jedoch sich den Karnivoren nähern, von welchen sie in ihren alttertiären Stammformen (Kreodonten), dem Ursprunge nach aufgefaßt, nicht scharf zu trennen sind. Das Gebiß, welches bei den insektivoren Fledermäusen in ganz ähnlicher Weise sich wiederholt, zeigt eine große Mannigfaltigkeit und besteht ausschließlich aus diphyodonten und heterodonten Wurzelzähnen. Die scharfspitzigen, für die Insektennahrung geschaffenen Zähne mit Sektorialtypus sind untereinander gleichförmiger, als es sonst bei Säugetieren zu sein pflegt. Die Zahl der Zähne ist bei den einzelnen Familien sehr verschieden. Die ursprüngliche Formel ist $I\ \frac{3}{3}$; $C\ \frac{1}{1}$; $P\ \frac{4}{4}$; $M\ \frac{3-4}{3-4}$. Die Incisivi können reduziert sein, oben bis auf zwei, unten bis auf einen. Die kleinen Eckzähne sind nicht immer scharf von den kegelförmigen Schneidezähnen zu trennen. Die zahlreichen spitzhöckerigen Backzähne werden in Prämolaren und Molaren unterschieden, zeigen aber auch oftmals eine übereinstimmende sehr einfache primitive Form. Sie haben stets spitze Schmelzhöcker, sind trikonodont, tuberkulo-sektorial, mit Neigung quadrituberkular oder quinquetuberkular zu werden. Zur Bestimmung der Zahnformel muß man, wie das schon in früheren Kapiteln betont wurde, darauf Rücksicht nehmen, daß der obere Eckzahn im Maxillare an der Grenze des Zwischenkiefers zu suchen ist und hinter den unteren Eckzahn herabgreift.

Die Zähne zeichnen sich durch die Dicke des Schmelzes aus; bei den Soriciden gehen die Zahnkanälchen noch ziemlich tief in denselben hinein. Bei manchen derselben ist er dunkel gefärbt, indem das Pigment sich innerhalb der Substanz befindet und nicht bloß als äußere Schicht vorhanden ist.

Im Zahnwechsel sind große Verschiedenheiten vorhanden, insofern bei manchen Formen, wie bei den Centetiden die Zähne ebenso zahlreich sind wie ihre Aequivalente im Ersatzgebiß und das Milchgebiß sehr lange bestehen bleibt, oder gar Zähne desselben nicht gewechselt und in das permanente Gebiß mitübernommen werden, während z. B. bei den Soriciden das Milchgebiß auf das Fötalleben beschränkt ist und die Milchzähne auffallend früh durch das permanente Gebiß ersetzt werden.

Bei *Centetes*, der ein gut ausgebildetes Milchgebiß besitzt, wird der untere 3. Incisivus, bei *Hemicentetes* auch noch der obere I^3 nur einmal gebildet. Nach Leche bleibt es aber unentschieden, ob der 3. Milchschneidezahn persistiert, ohne einen Nachfolger zu erhalten. Bei den Centetiden erfolgt eben der Zahnwechsel so spät, daß das Milchgebiß mit den Molaren zusammen funktioniert. Bei *Hemicentetes* und *Ericulus* werden die Milchzähne erst im erwachsenen Zustande ausgestoßen. Bei den Erinaceiden besteht das Milchgebiß aus 24 Zähnen. Der Zahnwechsel ist auf dem Wege der Reduktion, und das Gebiß neigt zur Monophyodontie. Hierbei ist *Erinaceus* bereits weiter gefördert als *Gymnura* und diese Gattung wieder weiter als *Hylomys*, die dritte rezente Gattung dieser Familie. Nach Leche hat Hylomys noch einen fast vollständigen Zahnwechsel und schließt sich auch in anderer Beziehung an primitivere ausgestorbene Erinaceiden an. Die Neigung zur Monophyodontie ist demnach eine moderne Differenzierung (Weber). Bei den Talpiden ist das Milchgebiß rudimentär und zeigt verschiedene Grade der Reduktion. Auch bei *Scalops* und *Condylura* ist das Gebiß fast vollständig, wird aber resorbiert, ohne daß die Milchzähne durchbrechen. Bei *Urotrichus* wieder zeichnet sich das Milchgebiß durch lange Persistenz aus, so daß es zusammen mit den Molaren funktioniert. Von den Soriciden hieß es, daß *Sorex* und *Crossopus* keinen Zahnwechsel besäßen, wogegen Woodward labialwärts von den persistierenden Zähnen Zahnanlagen — allerdings nicht verkalkte — konstatierte. *Tupaia* zeigt ein gut ausgebildetes Milchgebiß, ebenso *Rhynchocyon*.

Als weiteres primitives Merkmal ist auch der Fortsatz am Unterkieferwinkel zu betrachten.

Was die Form der Zähne im allgemeinen betrifft, so ist dieselbe sehr variabel. Es gibt unter den Schneidezähnen meißelförmige, oftmals konische, mehrspitzige *(Centetes)*; hakig gebogene, mit einer Spitze an der Basis des Hinterrandes, kammförmige und gelappte Schneidezähne (*Rhynchocyon*). Von den Prämolaren zeigt sich trikonodonte Form bei *Hemicentetes*; häufiger kommen trigonodonte (trituberkulare) Backzahnformen vor. Diese Molaren sind schmal, die drei Coni bilden ein Dreieck und bei Verbindung durch Leisten zwei Schenkel eines Dreieckes *(Centetes, Solenodon, Potamogale, Chrysochloris)*. Die Molaren werden aber meist trituberkulosektorial, indem sich ein Talon mit Conus entwickelt (Fig. 9); hierbei können die drei primären Coni prävalieren und durch gleich starke Entwicklung eine deutliche V-Figur des Trigonids bilden (die unteren Molaren bei *Centetes, Solenodon, Potamogale*, die oberen Molaren der *Soriciden*). Wenn der Talon infolge stärkerer Entwicklung zwei trigonidähnliche Coni produziert, so bildet sich ein quinquetuberkularer Zahn mit W-Muster. *(Tupaia, Macroscelides, Erinaceidae,*

Soricidae, Talpidae). Das häufig auftretende Cingulum weist auf primitive Zustände hin.

Der Kondylus stimmt mit mesozoischen Säugetieren darin überein, daß er so niedrig ist, daß er im Niveau der Kaufläche liegt (bei den Centetiden). Die mandibulare Symphyse verknöchert selten. Der Proc. angularis ist durchweg gut ausgebildet.

Erinaceidae, Familie der Igel, hat 36 Zähne: I $\frac{3}{2}$; C $\frac{0\ (1)}{0\ (1)}$; P $\frac{4\ (3)}{3\ (2)}$; M $\frac{3}{3}$. Der Vertreter dieser Familie, der *Erinaceus europaeus* (Fig. 94), zeigt sehr ungleiche Schneidezähne, die in der Mitte im Oberkiefer weit voneinander getrennt sind, es sind dies die größten Zähne von fast eckzahnähnlicher Form; die beiden anderen Schneidezähne sind ziemlich klein und prämolarähnlich gestaltet. Der nächste Zahn, der so genannte Eckzahn, weil er dicht hinter der Sutura intermaxillaris steht, ist zweiwurzelig mit spitzer Krone und ähnelt ebenso einem Prämolaren. Von den Prämolaren sind die ersten drei dem

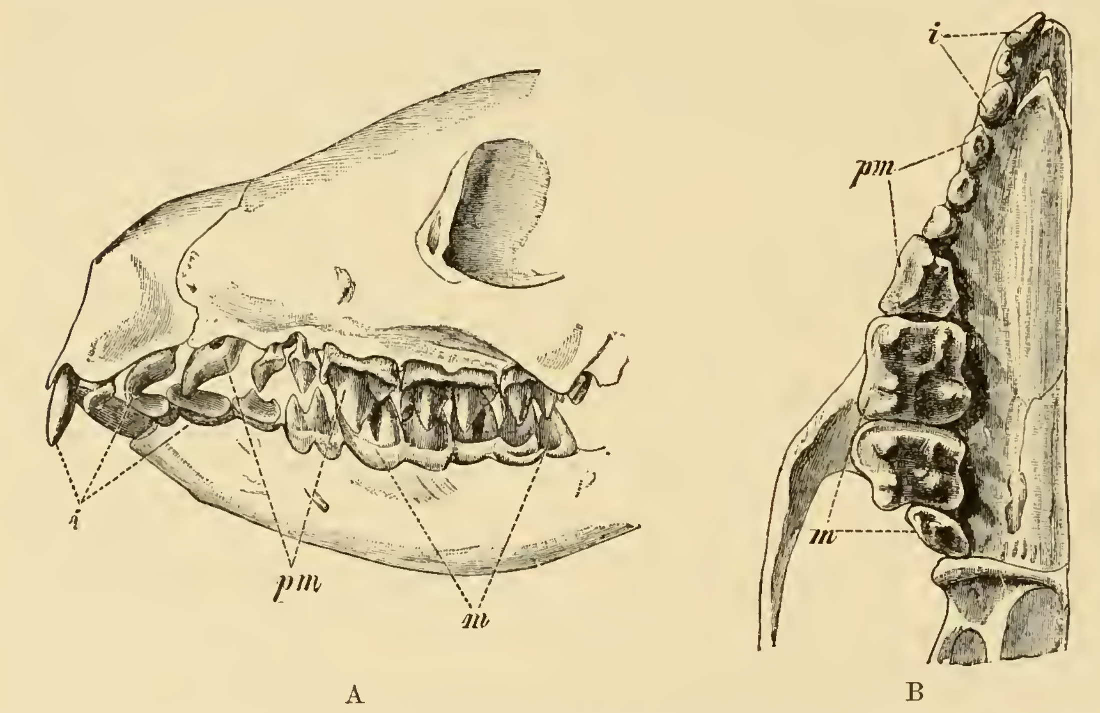


Fig. 94. A **Gebiß von *Erinaceus europ.*** im Profil, mit den Schneidezähnen *(i)*, Prämolaren *(pm)* und Molaren *(m)*. B **Oberkieferzähne**, von der Mundhöhle aus gesehen. Nach WIEDERSHEIM.

letzten Schneidezahn bezw. dem sogenannten Eckzahn ganz ähnlich und nehmen merklich an Größe ab; der hinterste (4.) Prämolar ist an Größe und Gestalt von dem 3. ganz verschieden, mit großer quadratischer Molarkrone, welche vier scharfe Spitzen zeigt; dieser Zahn hat auch vier Wurzeln. Im Unterkiefer gleicht der 1. Prämolar ebenfalls dem äußeren Schneidezahn, der 2. im gleichen Grade den Backzähnen, welche nach hinten an Größe abnehmen. Der 1. wirkliche Molar hat längliche Krone und fünf scharfe Höcker, von denen je einer an der Spitze des Quadrates steht, während der fünfte augenscheinlich eine Erhebung des Cingulum ist und mehr nach der medialen Seite und nach innen vom Zahn liegt. Beim 2. Molaren ist der fünfte Höcker nicht so ausgesprochen und der 3. Molar ist rudimentär und hat nur einen Höcker.

Man hat für diese Gattung verschiedene Formeln aufgestellt. Obgleich einige Autoren, wie MIVART, den 1. Prämolar des Oberkiefers als Eckzahn bezeichnen, so kann in bezug auf die Nomenklatur der Oberkieferformel wohl kaum eine verschiedene Meinung herrschen, aber die Formel für den Unterkiefer wird verschieden ausgelegt, z. B. $I\,\frac{1}{2}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{1}{2}$, oder $I\,\frac{1}{3}$; $C\,\frac{1}{0}$; $P\,\frac{1}{2}$; oder $I\,\frac{1}{2}$; $P\,\frac{1}{3}$. Letztere Formel entspricht nach TOMES am besten dem Verhältnisse der oberen Zähne zu den unteren, wenn der Mund geschlossen ist. Die Zahnformel nach WOODWARD lautet: $I\,\frac{1.\ 2.\ 3}{0.\ 2.\ 3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{0.\ 2.\ 3.\ 4}{0.\ 2.\ 0.\ 4}$ oder $\frac{1.\ 2.\ 0.\ 4}{1.\ 0.\ 0.\ 4}$; $M\,\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$. Nach LECHE: $I\,\frac{1.\ 2.\ 3}{0.\ 2.\ 3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{2.\ 3.\ 4}{0.\ 3.\ 4}$; $M\,\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$. Nach ROUSSEAU besitzt der Igel 24 Milchzähne, und zwar $i\,\frac{3}{4}$; $m\,\frac{4}{1}$; alle Zähne, die vorn von den wirklichen Molaren stehen, haben Milchzähne ersetzt, aber seine Einteilung in Schneidezähne ist willkürlich. Die zweite Dentition beginnt erst, bis das Tier vollkommen ausgewachsen ist, und bis alle wirklichen Molaren durchgebrochen sind. Die Zähne des Igels geben ein charakteristisches Bild des Insektivorengebisses: die zungenartigen Incisivi, die verkümmerten Canini, die von Höckern starrenden Molaren.

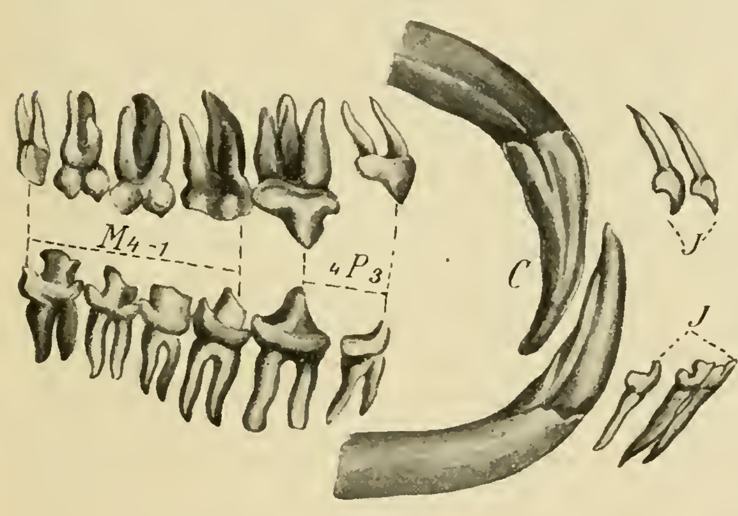


Fig. 95.

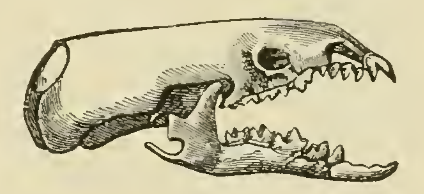

Fig. 96.

Fig. 95. **Die 19 Zähne der rechtsseitigen beiden Kieferhälften von *Centetes ecaudatus*.** Aeußere Ansicht. Das Gebiß hat 4 Molaren.

Fig. 96. **Schädel von *Sorex vulgaris*.** Nach LEUNIS-LUDWIG.

Centetes ecaudatus (Fig. 95) mit der Formel $I\,\frac{3\,(2)}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{3}{3}$; $M\,\frac{3}{3}$ bisweilen noch mit einem 4. Molaren. Die Bezahnung ist unverkennbar karnivor. Die scharfen Incisivi sind von fast gleicher Größe. Die ganz kaniniformen Eckzähne in beiden Kiefern sind scharfkantig, komprimiert, gekrümmt und von ungeheurer Größe. *Solenodon* und *Potamogale* haben die gleiche Formel. Erstere Gattung ist durch eine tiefe Furche an der Innenseite des 2. Incisivus im Unterkiefer charakterisiert; der erste der 3 oberen Schneidezähne ist groß, eckzahnartig und gekrümmt. Bei *Potamogale* zeichnen sich die oberen Molaren durch unvollständig geteilte trianguläre Prismen aus. *Hemicentetes* hat die Formel $I\,\frac{3}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{3}{3}$; $M\,\frac{3}{3}$. Die Bezahnung im übrigen gleicht ganz Centetes. *Ericulus* zeichnet sich durch sehr späten Zahnwechsel aus.

Soricidae, Familie der Spitzmäuse, mit der typischen Gattung *Sorex* (Fig. 96). Das Milchgebiß $\left(\frac{4}{3}\right)$ fällt schon vor der Geburt aus. Das permanente Gebiß zeigt 28—33 schwer zu deutende Zähne, deren

scharfspitzige Formen ineinander greifen und bei geschlossenen Kiefern genau aufeinander passen. Die Zahl schwankt zwischen I $\frac{3}{2}$: C $\frac{1}{0}$; P $\frac{3}{1}$; M $\frac{3}{3}$ *(Sorex)* und I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{1}{1}$; M $\frac{3}{3}$ *(Diplomesodon, Anurosorex)*. In keinem Kiefer befindet sich ein Zahn, dessen Länge die Bezeichnung als Eckzahn beanspruchen kann.

Hier ist der Eckzahn so incisiviform, daß für die Soriciden vier Incisivi angenommen wurden, im Gegensatz zu der Bezahnung aller rezenten Monodelphia und in Uebereinstimmung mit den polyprotodonten Marsupialiern. Nach Winge und Woodward ist aber dieser angebliche 4. Schneidezahn dennoch ein Caninus. Letzterer ist variabel, was seine Lage zur Sutura intermaxillaris anbelangt.

Die Schneidezähne sind zuweilen von ungeheurer Größe, und diesen folgen in Zahl variierende einfache sehr spitzzackige Zähne, die als Prämolaren gelten können. Die sogenannten Molaren sind vierseitig, mit scharfen Kanten oder paarigen Höckern. Die tuberkulo-sektorialen Molaren unterscheiden sich kaum von denen des Maulwurfes und zeigen die W-Kontur, die den Molaren dieser Ordnung eigentümlich ist. Für die Soriciden ist die Form der Schneidezähne am meisten charakteristisch. In allen Fällen ist der 1. Schneidezahn des Oberkiefers sehr groß, etwas gekrümmt, mit gekerbter, sägeartiger Schneidekante und einem starken, basalen Ansatze. In die neben letzterem befindliche Vertiefung trifft die Spitze des unteren Schneidezahnes. Dieser fast horizontal liegende Zahn ist auch sehr groß, und seine Spitze ist etwas aufwärts gerichtet. Der obere Rand zeigt bei fast allen Arten drei bis vier kleine Höcker, während der untere Rand in eigentümlicher Weise über die Außenseite des Kieferknochens verlängert ist und letztere gewissermaßen umgreift: die Länge des unteren Incisivus beträgt wenigstens ein Drittel des ganzen Alveolarrandes.

Das Milchgebiß ist auf das Fötalleben beschränkt, verkalkt aber nicht mehr und erscheint schon bei der Geburt resorbiert. *Crocidura* mit weißen Zähnen, I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{2\,(1)}{1}$; M $\frac{3}{3}$. *Cladobates tana s. Tupaia,* Spitzhörnchen, mit der Zahnformel I $\frac{1}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{2}$; M $\frac{4}{4}$, nach anderen Autoren, I $\frac{2}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$, dem ein vollständiges Milchgebiß vorangeht, zeigt eine mittlere Lücke zwischen den oberen Schneidezähnen, nach welcher der viel kürzere Eckzahn folgt, der oben schwach gekrümmt, unten verdickt ist. Die unteren Schneidezähne liegen horizontal. Die Prämolaren des Oberkiefers sind einfach, mit erweiterter Kronenbasis, die unteren veränderlich. Von den breiten, quinquetuberkularen oberen Molaren sind der erste und letzte viel kleiner, als die mittleren, und haben zwei bis fünf Zacken. *Macroscelides typicus* hat die Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{4\ (2)}{4\ (3)}$ und bietet außer der bei Homologie der Zähne beschriebenen Bezahnung nichts Besonderes. Die oberen Molaren sind quadrituberkular; die Spitzen sind in der Quere verbunden. *Petrodomus*, mit der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$, hat die gleichen Zahnformen. Bei *Rhynchocyon* verschwinden später die zentralen oberen, gelappten Schneidezähne, so daß die Formel nur I $\frac{1}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$ lautet. Bei Petrodomus und Ericulus nähert sich der Eckzahn der Form der

Prämolaren. Bei *Myogale moschata,* Desman, mit I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, ist ebenfalls der erste der 3 oberen Schneidezähne groß, dreiseitig und scharfspitzig, während die beiden folgenden klein sind. Von den 8 Backzähnen sind 4 Prämolaren und 4 größere Molaren. Im Unterkiefer besteht das nämliche Zahlenverhältnis.

Die Bezahnung des diluvialen *Palaeospalax* Owen, auf die einzig vorhandene Unterkieferreihe begründet, besteht aus 3 Prämolaren und 3 Molaren, die sich in Größe und Form an Myogale anschließen. Die fünfzackigen Molaren zeichnen sich gegenüber anderen Insektivoren durch einen kleinen Basalhöcker aus. Pomel erkennt darin nur den Maulwurftypus.

Talpidae, Familie der Maulwürfe, mit 44 Zähnen nach der Formel I $\frac{3}{3\ (4)}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. Milchgebiß vollständig, aber in der Regel rudimentär, indem die Zähne nicht mehr durchbrechen. Diese Familie steht den Soriciden sehr nahe und kann deshalb in einer Gruppe mit letzteren vereinigt werden. Die vielspitzigen Molaren mit vorderem inneren Cingulum zeigen eine Vereinigung ihrer Spitzen durch Kämme, so daß zwei verlängerte Dreiecke entstehen. Tomes teilt hiernach die Insektivoren in zwei Gruppen, von denen die mit W-förmigem Kauflächenmuster die Mehrzahl bildet (Tupaia, Macroscelides, Erinaceus, Sorex, Talpa), während die andere Gruppe schmälere Molaren und V-förmige Muster hat (Potamogale, Centetes, Chrysochloris). Für den Maulwurf, *Talpa* (Fig. 97), existieren, wie wir schon bei der Homologie der Zähne gesehen haben, nicht weniger als fünf Zahnformeln, die alle auf der Identifikation des Eckzahnes beruhen. Gebiß vollständig, aber nur stiftförmige Zähne. Der Oberkiefer zeigt vorn drei kleine Zähne, welche nach hinten zu an Größe abnehmen, und da sich dieselben noch innerhalb des Praemaxillare befinden, kann man dieselben als Schneidezähne betrachten. Ihre schmalen Kronen haben eine scharfe Schneide. Die unteren Incisivi sind schmäler. Der nach den Schneidezähnen auftretende Zahn des Oberkiefers, ein ziemlich dickes Zahngebilde, der als Eckzahn bezeichnet wird, scheint ebenfalls auf dem Zwischenkiefer zu stehen und zwar geht die Sutura quer durch die Alveole dieses Zahnes dicht am Rücken seiner hinteren Wurzel. Nach der Stellung seiner Wurzeln würde er also ein Schneidezahn sein, obgleich seine Form dem widerspricht. Daß er zwei Wurzeln besitzt, ist weder schneidezahn- noch eckzahnähnlich. Vielleicht deutet die Zweiwurzeligkeit auf ein primitives Merkmal, da auch bei den niedersten mesozoischen Säugern der obere Eckzahn zweiwurzelig sein kann. Auch der 4. untere Zahn im Milchgebiß ist eckzahnartig, sein Ersatzzahn erscheint aber als Schneidezahn, während der 1. Prämolar die Eckzahnform im permanenten Gebisse erhält. (Bei Gymnura, mit der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, hat der Eckzahn allerdings zwei Wurzeln.)

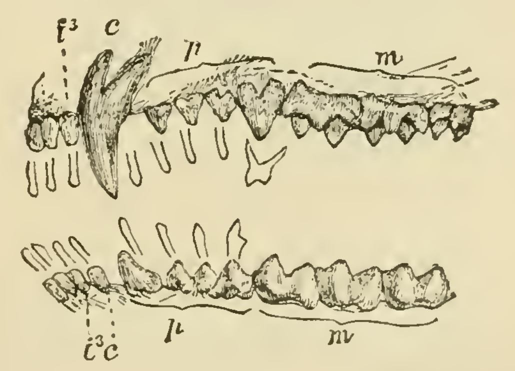


Fig. 97. **Obere und untere linksseitige Zahnreihe von *Talpa*.** Die Milchzähne stehen über den permanenten Zähnen, durch welche sie ersetzt werden, mit Ausnahme des Milcheckzahnes *c*. Nach Spence-Bate.

Die oberen Eckzähne sind doppelt so lang als die unteren, welche eine stark komprimierte Krone haben. Die ersten drei Prämolaren sind einfach, komprimiert, spitzkegelförmig, alle zweiwurzelig. Der 4. Prämolar ist dicker und größer. Die Kronen sind bei allen einfach und bestehen fast nur aus einem einzigen scharfspitzigen Höcker. Die unteren Prämolaren nehmen vom ersten bis dritten an Größe zu. Die ersten zwei oberen Molaren sind groß und vielhöckerig (quinquetuberkular), während der dritte bedeutend kleiner und einfach gestaltet ist.

Was die Zahnformeln für Talpa betrifft, so zieht Cuvier den unteren Eckzahn zu den Prämolaren und gibt die Formel für die untere Zahnreihe auf I $\frac{\cdot}{4}$; C $\frac{\cdot}{0}$; P $\frac{\cdot}{4}$; M $\frac{\cdot}{3}$ an. Blainville dagegen zählt ebenso abweichend die Formel vom Oberkiefer auf I $\frac{4}{\cdot}$; C $\frac{1}{\cdot}$: P $\frac{3}{\cdot}$; M $\frac{3}{\cdot}$. Owen gleicht die Formel für beide Reihen auf I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$ aus. Dobson gibt die letztere Formel an.

Chrysochloris inaurata, Goldwurf, nähert sich durch die Form der Zähne den Centetiden. Die trigonodonten Molaren sind fast prismatisch, während die Insektivoren sonst brachydonte Molaren zeigen. Das Gebiß I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3\ (2)}{3\ (2)}$ zeichnet sich von den anderen Talpiden durch die Trennung seiner sämtlichen Zähne durch Lücken aus. Den gleichen Typus zeigt *Scalops aquaticus,* Wasserwurf, (Fig. 98). Der erste obere Zahn ist ein sehr großer Incisivus, der zweite

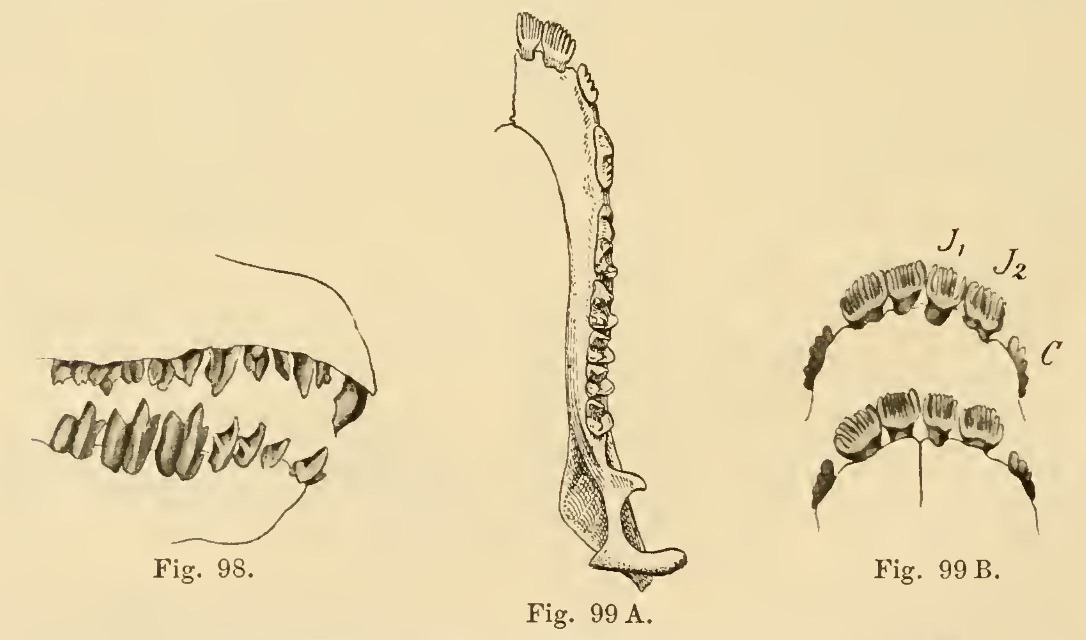


Fig. 98. **Rechte Hälfte beider Kiefer von** ***Scalops aquaticus.*** Aeußere Seitenansicht der Zahnreihen. Der Mund ist geöffnet.

Fig. 99. A **Rechte Unterkieferhälfte von** ***Galeopithecus volans,*** von der Kaufläche aus gesehen. Nach M. Weber. B **Die sechs unteren Frontzähne.** Nach Blainville. $^3/_4$ nat. Gr.

viel kleiner, hat zwei Zacken, während der dritte groß und einfach ist. Der Eckzahn hat ähnliche Form, die übrigen sechs sind richtige Backzähne. Der 1. Incisivus im Unterkiefer ist verkümmert, während der 2. die gleiche Größe des oberen 1. hat. Das darauf folgende Diastema entspricht dem oberen 3. Schneidezahn. Die Krone der unteren Molaren stellt zwei dreiseitige Prismen dar, mit scharfen

Zacken. *Urotrichus* besitzt in beiden Kiefern zwei lange sehr große und gerade Schneidezähne, deren Form im Oberkiefer dreieckig, im Unterkiefer konisch ist. Der 1. untere Incisivus wird bis zu völligem Schwunde reduziert. Die oberen Eckzähne sind etwas länger, die unteren fehlen. Das für die Molaren der Insektivoren charakteristische W-Muster ist bei dieser Gattung am deutlichsten ausgeprägt. Bei diesem sind zu den vier Höckern des typischen Zahnes durch Erhebungen des Cingulum noch ein Protoconus, Paraconus, Metaconus und Hypoconus dazugekommen, so daß acht Höcker vorhanden sind.

Bei Talpa ist die Zahl der Höcker dadurch geringer, daß zwei Höcker zu einer Leiste verschmolzen sind (wodurch zwei verlängerte Dreiecke entstehen) und der innere Höcker des Cingulum geschwunden ist. Bei Chrysochloris sind die Höcker noch mehr vereinfacht. Durch diese Art der Bezahnung haben die Talpiden enge Beziehung zu den Soriciden.

Den Insektivoren nahestehend, kann auch *Galeopithecus volans* (Fig. 99), der fliegende Maki, hier eingereiht werden; von vielen Zoologen wird dieser Pelzflatterer zu den Prosimiae gerechnet. Die Flughaut dient dem Tiere nicht zum Fliegen, sondern wird nur als Fallschirm verwandt. Das an Eigentümlichkeiten reiche Gebiß ist heterodont und diphyodont, das Milchgebiß weist ebenso viele und vollständig entwickelte Zähne auf, wie das permanente Gebiß, dessen Formen ganz den letzteren gleichen und das erst spät erscheint. Ueber seine Deutung differieren die Ansichten der verschiedenen Autoren. Ganz besonderen Wert haben die Untersuchungen von Dependorf, welcher folgende Zahnformel der Galeopithecidae aufstellt $I\frac{1.\ 2.\ 0}{0.\ 2.\ 3}$; $C\frac{0}{1}$; $P\frac{2-4}{2-4}$; $M\frac{1-3}{1-3}$. Der untere 1. Incisivus ist hiernach in der Anlage vorhanden, kommt aber nicht zur Ausbildung. Der genannte Autor nimmt ferner an, daß der zweite Zahn des Oberkiefers der 2. Incisivus und nicht der Eckzahn sei, der verschwunden ist. Im Hinblick darauf, daß trotz des verbreiterten Praemaxillare die Bezahnung des letzteren Reduktion zeigt und daß der mediale Teil zahnlos ist, gibt Winge unter der Annahme, daß vielleicht infolge der Verlängerung der Zähne der 1. Prämolar verloren ging, die veränderte Formel: $I\frac{2.\ 3}{2.\ 3}$; $C\frac{0}{1}$; $P + M\frac{2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7}{2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7}$. Die oberen Incisivi stehen ganz seitwärts, so daß der vordere Kieferrand ganz frei ist. Die schaufelförmigen Kronen der vier unteren Schneidezähne sind bis auf die Basis hinunter kammartig gezähnelt (Fig. 99) und fast horizontal. Die (früher als 3. Incisivi aufgefaßten) Eckzähne zeichnen sich durch niedrige Kronen mit horizontalem Rande aus, der in vier bis fünf Höcker geteilt erscheint. Die Vorgänger (I_3 und P_2) haben Doppelwurzel, schmale Form, dreieckige Krone und mediane Spitze, während der erste Zahn (I_2 nach letzterer Deutung) einwurzelig ist; seine Krone zeigt Andeutungen kammförmiger Einkerbungen. Die oberen dreiwurzeligen Molaren zeichnen sich durch fünf spitze Höcker aus, drei äußere und zwei innere, von denen das äußere Paar das breiteste ist und das nach innen sich anlegende Paar bedeutend kleiner erscheint, während der fünfte innere Höcker sehr dick und hoch ist. Die gleiche Form hat ungefähr auch der 3. Prämolar, wogegen der vorhergehende dreikantige prismatische, ebenso dreiwurzelige Prämolar eine schmale Krone mit zwei Hauptspitzen zeigt. Die unteren Back-

zähne entsprechen in ihrer Form den oberen, nur haben sie noch einen kleinen inneren vorderen Ansatz und das mittlere Höckerpaar ist etwas kleiner. Der Unterkiefer zeichnet sich durch die geringe Höhe des Ramus ascendens aus, so daß der Kondylus im Niveau der Kaufläche liegt.

6. Ordnung: **Chiroptera, Fledermäuse.**

Die Flattertiere, die mit den Insektivoren nahe verwandten Fledermäuse, sind die einzigen Säugetiere, die fliegen können. Das heterodonte und diphyodonte Gebiß ist vollständig, variiert aber in der Zahnformel I $\frac{2}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Die Milchzähne sind schon vor der Geburt resorbiert. Die Fledermäuse stammen wahrscheinlich von Aplazentaliern her mit einem den Didelphyiden ähnlichem Gebisse und hat die Zahl der Zähne eine bedeutende Reduktion erfahren. Mehr als zwei obere Schneidezähne besitzt kein Tier dieser Ordnung. Im Unterkiefer sind meist drei vorhanden. Bei *Rhinolophus* sind die Incisivi auf $\frac{1}{2}$ reduziert. Bei *Megaderma* auf $\frac{0}{2}$; bei *Harpyia* auf $\frac{1}{1}$. Bei den Prämolaren ist stets eine Reduktion sichtbar. Ihre Zahnformel $\frac{3}{3}$ ist meist durch Ausfall des 1. oder 2. unteren Prämolaren zustande gekommen. Die Formel sinkt oft auf $\frac{1}{2}$ hinab. Molaren verschwinden ebenso und zwar von hinten her. Nach Leche ist deshalb oft nur der 1. untere Molar vorhanden. Im übrigen zeigen die bewurzelten Molaren trigonodonte, trituberkulare und sekodonte Form. — Das Milchgebiß ist mehr oder weniger homodont, indem seine Komponenten rückgebildet werden zu lingualwärts gekrümmten Stiften mit einer oder mehreren scharfen Spitzen. Auch intrauterin trat durch Resorption Rückbildung in der Zahl ein, so daß C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{2}$ vorhanden sind. Die Zahl der Schneidezähne im Milchgebisse ist dagegen wechselnd und hängt mit der Zahl der permanenten Incisivi zusammen. Das Praemaxillare hat die gleiche Neigung zu Rückbildung und Wegfall wie die oberen Incisivi.

Die Form der Zähne entspricht der Art der Nahrung des Tieres. — Der Ramus ascendens des Unterkiefers ist meist niedrig, der Proc. coronoideus breit für den Ansatz des starken Temporalis, während der Proc. angularis verschieden stark entwickelt ist; bei den Megachiropteren ist der Condylus mandibulae deutlich verbreitert. Je nach der frugivoren und insektivoren Lebensweise der Tiere unterscheidet man zwei Unterordnungen.

1. Unterordnung: **Frugivora. Makrochiropteren.**

Das Gebiß zeigt gegenüber den insektivoren Chiropteren eine Vereinfachung, insofern die dort charakteristischen Höcker hier zu Längskämmen verschmolzen sind, die ein Tal zwischen sich fassen, wobei der äußere Kamm der höchste ist; es besitzt 4 oder 2 oft ausfallende Schneidezähne, einen Eckzahn und 4 bis 6 Backzähne mit flacher, stumpfhöckeriger Krone. Die Praemaxillaria bleiben in loser Verbindung untereinander und mit dem Oberkiefer.

Pteropodidae, Familie der fliegenden Hunde, die größte Art der Fledermäuse. Die typische Gattung *Pteropus* hat die Zahnformel

$I\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{2}{3}$. Für das Milchgebiß $i\frac{2}{2}$; $c\frac{1}{1}$; $m\frac{2}{2}$. Die oberen gleich kleinen, dicht zusammenstehenden Schneidezähne haben eine stumpfe Schneidekante, die bald abgenützt wird; die unteren Zähne sind bei einigen Arten auch gleich groß, bei anderen ist das mittlere Paar merklich kleiner als die äußeren, in allen Fällen sind aber die unteren Schneidezähne stumpfer als die oberen. Die Eckzähne sind ziemlich groß; die oberen drei- oder vierseitig, die beiden inneren Flächen konkav, die unteren Eckzähne sind schlanker und haben einen inneren Basalwulst. Der 1. obere Prämolar ist klein und einfach und geht im Alter oft verloren; er steht entweder dicht am Eckzahn oder ist von letzterem durch eine Lücke getrennt. Der 2. Prämolar, der höchste, ist seitlich komprimiert und hat drei Höcker. Im Unterkiefer ist der 1. Prämolar etwas größer als der obere und minder hinfällig und mit niedriger runder Krone. Auch die Molaren sind einfach und seitlich komprimiert. Der äußere Rand ihrer Kronen ist zu deutlichen, aber stumpfen Höckern umgebildet. *Harpyia* hat nur in der Jugend einen Schneidezahn oben und unten; letzterer fällt frühzeitig aus, so daß überhaupt nur die beiden Schneidezähne des Oberkiefers vorhanden sind. Die Kronen derselben sind deutlich dreilappig. Von Backzähnen besitzt diese Gattung nur $\frac{4}{5}$. Die Formel ist: $I\frac{1}{1}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{3}$; $M\frac{2}{2}$. *Cynopterus* hat $I\frac{2\,(2)}{2\,(1)}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{1}{2}$. *Epomophorus* zeigt $I\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{3}$; $M\frac{1}{2}$; mit schwachen oberen Schneidezähnen und Backzähnen. *Cephalotes*: $I\frac{1}{1}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{3}$; $M\frac{2}{3}$. Bei allen diesen Gattungen sind die Zähne gut entwickelt, während sie bei *Macroglossus, Megaloglossus* u. a. sich zurückgebildet haben.

2. Unterordnung: **Insectivora. Mikrochiropteren.**

Die insektivoren Flattertiere haben ein insektivores Gebiß. Die Zahl der Schneidezähne und Backzähne variiert auffallend und die Kronen der letzteren sind scharfzackig zum Unterschiede der stumpfhöckerigen Frugivorenzähne. Die Schneidezähne sind meistens klein und die Eckzähne groß. Die breiten Molaren zeigen auf ihrer Kaufläche das charakteristische W-Muster der Insektivorenzähne. Von den 6—7 Höckerspitzen sind 3 äußere und 2 innere scharfe und ein Talon mit 1—2 Spitzen. Unten zeigen die Zähne 3 innere und und 2 äußere Spitzen, welche die Neigung haben sich in der Quere zu Querjochen zu verbinden, wodurch die schon erwähnten V- und W-Figuren trigonodonter Zähne entstehen. Bisweilen sind nur wenige Schneidezähne vorhanden, die dann durch Zwischenräume voneinander getrennt sind. Die Milchzähne sind nur von einigen Gattungen bekannt; diese Zähne sind oben sehr klein, besitzen keine deutlich ausgesprochenen Alveolen und fallen gleich nach der Geburt aus.

I. Gruppe: Gymnorhina, Glattnasen. Zwischenkiefer median weit klaffend, aber fest mit dem Oberkiefer verwachsen.

Vespertilionidae, Familie der eigentlichen Fledermäuse, zählt viele Arten, die über die ganze Erde verbreitet sind. Es sind stets $\frac{2}{3}$ Schneidezähne vorhanden und $\frac{4-6}{5-6}$ Backzähne. Die Gattung *Vespertilio* (Fig. 100) hat die Zahnformel $I\frac{2}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{3}{3}$; und

für das Milchgebiß i $\frac{2}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{2}{2}$. Zwischen den oberen Schneidezähnen besteht eine weite Lücke; der zentrale Schneidezahn ist länger und hat eine dreispitzige Schneidekante, während die laterale viel kleiner, kurz und zweispitzig ist. Die unteren Schneidezähne sind immer klein und kurz, ohne Lücken und mit gekerbter Schneidekante. Die Eckzähne beider Kiefer stellen lange scharfkantige Kegel vor, deren Basis stark verdickt ist. Die Prämolaren sind nicht immer zu dreien vorhanden. Bisweilen steht nur einer im Kiefer und dann ist der Zahn sehr dick mit starkem Hauptzacken und einer inneren Erweiterung. Die anderen zwei Prämolaren, wenn sie vorhanden sind, sind einwurzelig, klein und besitzen eine kurzzackige Krone. Im

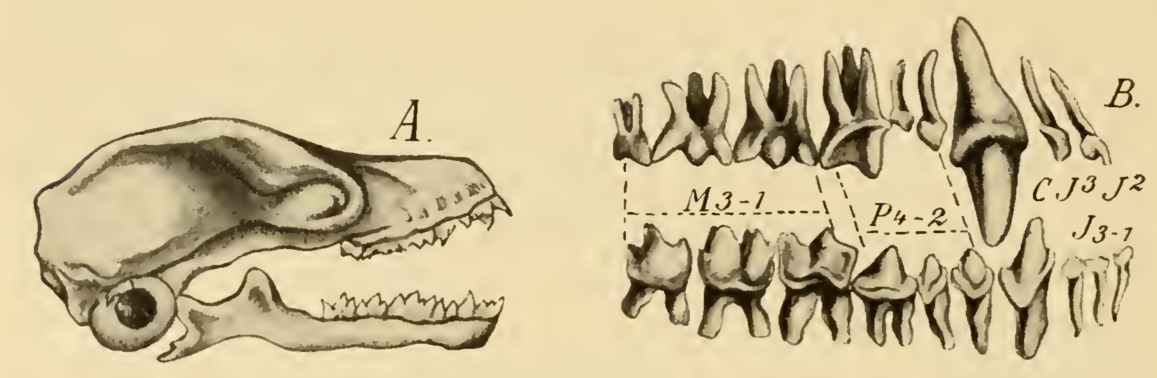


Fig. 100. A **Schädel von *Vespertilio murinus*.** $\times 2^1/_2$. B **Die Zähne der rechtsseitigen Hälfte beider Kiefer von *Vesperugo noctula*.**

Unterkiefer stehen 2 oder 3 Prämolaren, von denen der mittlere dann der kleinste ist. Die Kronen sind schlanker und stärker komprimiert als die der oberen Prämolaren. Von den 3 Molaren sind die ersten beiden groß mit W-förmigen Zacken und einem inneren scharfen Wulst; der letzte Molar stellt ein V-förmiges Prisma dar. Im Unterkiefer haben die 3 Molaren mehr übereinstimmende Form, die ersten zwei zeigen die W-förmige Kaufläche und der letzte Molar besteht aus einem vorderen starken dreiseitigen und einem hinteren verkümmerten Prisma. Die verschiedenen Arten dieser Gattung differieren nur wenig in der Form ihrer Zahnreihen, wohl aber sind die Zahlenverhältnisse der Backzähne zur Gruppierung der Arten benutzt worden, insofern die einzelnen Gruppen $\frac{4}{5}$, $\frac{5}{5}$, $\frac{5}{6}$ und $\frac{6}{6}$ Backzähne zeigen. Die Eckzähne bieten hinsichtlich ihrer Größe einige erhebliche Unterschiede. Auch die Schneidezähne variieren in ihrer Stellung, indem sie mit der Breite ihrer Kronen bald der Quere, bald der Länge nach im Kiefer stehen.

Winge faßt unter dem Namen Natalinae die Gattungen *Natalus* Gray, *Furia* Cuv., *Amorphochilus* Pet. und *Thyroptera* Spix zusammen. Die Formel für diese Gruppe ist I $\frac{2}{3}$; C $\frac{1}{1}$; $\frac{3\,(2)}{3\,(3)}$; M $\frac{3}{3}$. Obere Incisivi getrennt von den Eckzähnen. Die Praemaxillaria sind wenigstens teilweise vorhanden.

Die Vespertilioninae umfassen die Gattungen *Vespertilio, Vesperugo, Plecotus, Synotus, Miniopterus, Scotophilus* u. a. Bei diesen Genera ist die Formel I $\frac{2\,(1)}{3\,(3)}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$ $\left(\frac{2}{3}, \frac{2}{2} \text{ oder } \frac{1}{2}\right)$; M $\frac{3}{3}$. Die oberen Schneidezähne stehen dicht an den Eckzähnen; die Praemaxillaria sind weit getrennt. *Vesperugo noctula*, frühfliegende Fleder-

maus hat $P\frac{2}{2}$; *Plecotus auritus* s. *Corynorhinus* $P\frac{2}{2}$. *Miniopterus* Bonap. $I\frac{2}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{3}$; $M\frac{3}{3}$.

Die Molossinae mit den Gattungen *Molossus*, *Mystacina* und *Cheiromeles* haben $I\frac{1}{1}$ $\left(\frac{1}{2}\right.$ oder $\left.\frac{1}{3}\right)$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{1\ (2)}{2\ (2)}$; $M\frac{3}{3}$. Die Praemaxillaria sind geschlossen oder dann wenig getrennt. *Molossus* Geoff. hat $P\frac{1\ (2)}{2}$; $M\frac{3}{3}$. *Mystacina tuberculata* Gray: $I\frac{1}{1}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{2}$; $M\frac{3}{3}$.

II. Gruppe: Phyllorhina. Blattnasen.

Der Zwischenkiefer ist nicht mit dem Oberkiefer verwachsen. Diese Tiere leben teilweise vom Blute warmblütiger Wirbeltiere, die sie während des Schlafes überfallen.

Rhinolophidae, Familie der Hufeisennasen, hat die allgemeine Zahnformel $I\frac{1}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{3\ (2)}$; $M\frac{3}{3}$. Die typische Gattung *Rhinolophus* variiert in den verschiedenen Arten nach den Zahnverhältnissen der Schneidezähne und Backzähne. Die unteren Schneidezähne sind zwei- bis dreilappig. Die sehr langen Eckzähne sind hinten kantig. Der 1. Prämolar stellt einen kleinen, oft zweizackigen Stumpf dar. Die oberen Molaren ähneln denen der Vespertilioniden. Der letzte ist etwas kleiner als der zweite; die unteren sind stark komprimiert und niedrig, aus je zwei stumpfkantigen hinten ineinander liegenden Prismen zusammengesetzt. *Nycteris* hat jederseits 2 obere Schneidezähne, die im Zwischenkiefer stehen; *Phyllorhina gigas*: $I\frac{1}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{2}$; $M\frac{3\ (3)}{3\ (2)}$.

Megadermidae, Familie der Ziernasen. Die Gattung *Megaderma* hat kein Praemaxillare und deshalb oben keine Schneidezähne, unten dagegen jederseits 2, deren Schneidekante gezähnelt ist; der laterale ist etwas größer als der zentrale. Die schlanken Eckzähne sind sehr stark und an der Basis erweitert. Der einzige Prämolar im Oberkiefer hat einen äußeren hohen Kegelzahn und inneren Anhang. Im Unterkiefer ist der 1. Prämolar kleiner als der 2., beide sind komprimiert und besitzen einen hohen Hauptzacken. Der 1. Molar bildet ein dreiseitiges Prisma mit einem vorderen Anhang; der 2. besteht aus zwei Prismen und der 3. Molar zeigt ein Prisma mit sehr starkem hinteren Anhang.

Taphozus leucopterus hat die gleiche Formel wie Emballonura; der 1. obere Incisivus ist nach Winge P^2; das Prämaxillare ist nicht mit dem Oberkiefer verwachsen. Die Incisivi sind gekerbt. *Emballonura* hat $I\frac{1\ (2)\ (1)}{3\ (3)\ (2)}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{3}$; $M\frac{3}{3}$. Von den Schneidezähnen ist der I_3 kleiner als der I_2. Die Incisivi sind von den Eckzähnen getrennt.

Rhinopoma microphillum Geoff. besitzt $I\frac{1}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{1}{2}$; $M\frac{3}{3}$; sehr spitzzackige und scharfkantige Backzähne; auch der obere Prämolar zeigt vorn eine scharfe Spitze. Das Praemaxillare ist vollständig.

Desmodus hat die eigentümlichste Zahnbildung der ganzen Gruppe. Im Oberkiefer sind 2 enorme dreieckig geformte Schneidezähne vorhanden, deren Kronen stark komprimierte gekrümmte Kegel darstellen, welche scharf schneidende Kanten und scharfe Spitzen haben. In der Jugend sollen jederseits noch 2 kleinere Schneidezähne vorhanden sein. Der Unterkiefer zeigt auf jeder Seite 2 sehr kleine Incisivi mit zweizackiger Krone, von denen der innere größer als der äußere ist. Die starken Eckzähne mit vorderer

schneidender Kante sind komprimiert und spitz; die oberen sind größer. Die Backzähne sind im Oberkiefer auf zwei, im Unterkiefer auf drei fast gleiche Zähne reduziert; sie sind klein, mit komprimierten Kronen und schneidender Längskante, welche bei dem dritten Backzahne des Unterkiefers, der allein zweiwurzelig ist, doppelt gekerbt erscheint. Das Milchgebiß von Desmodus besteht anscheinend nur aus Schneidezähnen und Eckzähnen. Vorn im Oberkiefer stehen 6 lange dünne Zähne mit scharf gekrümmter Spitze, von denen man annimmt, daß sich das Tier damit an seiner Mutter festhält. Bisweilen sind die Milchzähne noch vorhanden, wenn das permanente Gebiß vollendet ist. — Die Bezahnung verrät deutlich die Gewohnheit des Tieres, Blut zu saugen.

Phyllostomidae mit der typischen Gattung *Phyllostoma,* hat die Formel I $\frac{2}{2\,(1)}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Die oberen Schneidezähne sind stets größer als die unteren, und der innere wieder größer als der äußere, der bisweilen verloren geht. Der innere hat zweilappige Schneidekante, er ist spitzer und länger als der äußere. Die unteren Schneidezähne sind sehr klein, ziemlich gleich und vor ihrer Abnützung analog den oberen mit einer sehr schwachen Kerbung versehen. Diese Zähne sind hinfällig und fehlen oft bei alten Tieren. Auffallend stark sind die Eckzähne, sie zeigen erweiterte Kronenbasis und eine dreiseitige Krone. Die Zahl der Backzähne differiert zwischen $\frac{5}{6}$, $\frac{5}{5}$, $\frac{4}{5}$. P = $\frac{2}{3}$ oder $\frac{3}{3}$; M = $\frac{2}{3}$ oder $\frac{2}{2}$. Im Oberkiefer erscheinen die ersten beiden als Prämolaren. Die Molaren haben scharfe Höcker in W-förmiger Anordnung. Der 1. sehr große Molar mit seiner nach hinten erweiterten Krone besteht außen aus einem vorderen kleineren und einem hinteren größeren Höcker; innen ebenfalls aus einem kleinen Vorderhöcker und nach hinten aus einer sehr breiten flachen, konkaven Ausbreitung. Der 2. Molar hat ungefähr dieselbe Form. Der letzte stellt eine quere Platte dar, welche dem vorderen Teile der ersten beiden Molaren entspricht. Im Unterkiefer sind 3 Prämolaren vorhanden, von welchen der 1. und 3. den beiden oberen entspricht und der 2., obwohl gleich gestaltet, viel kleiner ist. Der 1. Molar besitzt zwei innere und drei äußere Höcker, welche eng W-förmig geordnet sind. Der folgende Molar ist nur etwas dicker und seine Höcker höher. Der letzte Molar ist wieder klein und besteht aus drei Höckern mit einem hinteren stumpfen Anhange. Bei *Vampyrus spectrum,* Vampyr (Fig. 101), entspricht die Form der Zähne den blutsaugenden Gewohnheiten des Tieres; es besitzt jederseits einen bleibenden sehr großen, dünnen, scharfspitzigen Schneidezahn, der zur Verwundung gebraucht wird; die unteren In-

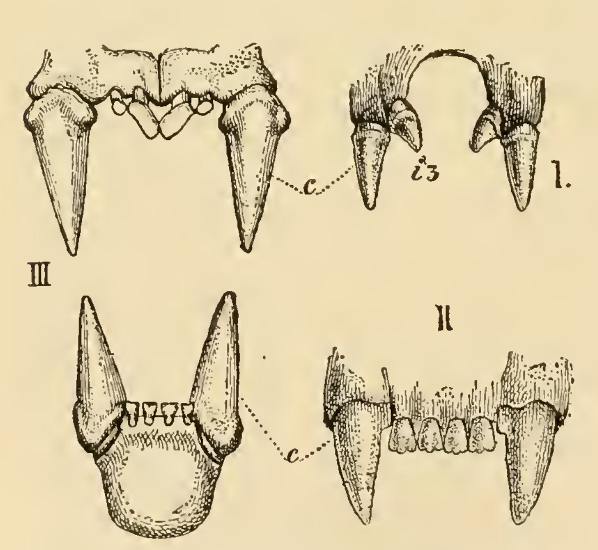


Fig. 101. **Verschiedenes Verhalten der Schneidezähne** bei I *Scotophilus Temminckii,* II *Nycteris hispida* im Oberkiefer, III *Vampyrops vittatus* in beiden Kiefern. Nach Dobson.

cisivi sind klein mit schwach gezackten Rändern. Die Eckzähne sind sehr groß, während die Molaren, die ein Tier, welches nur vom Blute lebt, nicht braucht, verkümmert sind. Trotzdem sind diese Zähne scharf und der Unterschied zwischen Prämolar und Molar nicht erkennbar. *Stenoderma* und *Vampyrops* zeigen, ihrer frugivoren Lebensweise entsprechend, breite Backzahnkronen ohne W-Muster; die Höcker bilden vielmehr eine schneidende Kante. *Chilonycteris* hat I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{3}$; M $\frac{3}{3}$ und gut entwickelte Praemaxillaria. *Noctilio* mit der Formel I $\frac{2}{1}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{1}{2}$; M $\frac{3}{3}$ kann auch hierher gerechnet werden.

7. Ordnung: **Carnivora. Ferae, Raubtiere.**

Die Raubtiere stammen von den fossilen Kreodonten ab und charakterisieren sich vornehmlich durch ihr Gebiß, das nach ihrer Lebensweise eingerichtet ist. Diese Tiere leben in der Regel vom Fleische und vom Blut anderer Wirbeltiere, Früchte und Pflanzen werden nur ausnahmsweise genossen. Hinsichtlich der Gliederung und der bestimmten Bedeutung der einzelnen Zahnsorten haben die Karnivoren die vollkommenste Bezahnung unter allen Säugetieren. Das Gebiß ist heterodont, diphyodont mit ursprünglich I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. Diese Wurzelzähne sind anfänglich tuberkulo-sektorial, quadrituberkular oder multituberkular. Alle funktionell verschiedenen Zahnsorten, die überhaupt nur nebeneinander vorkommen können, findet man hier in demselben Kiefer vereinigt; die Formen sind zugleich so charakteristisch und so wenig schwankend, daß sie für die Einteilung die zuverlässigsten Merkmale liefern (Fig. 102).

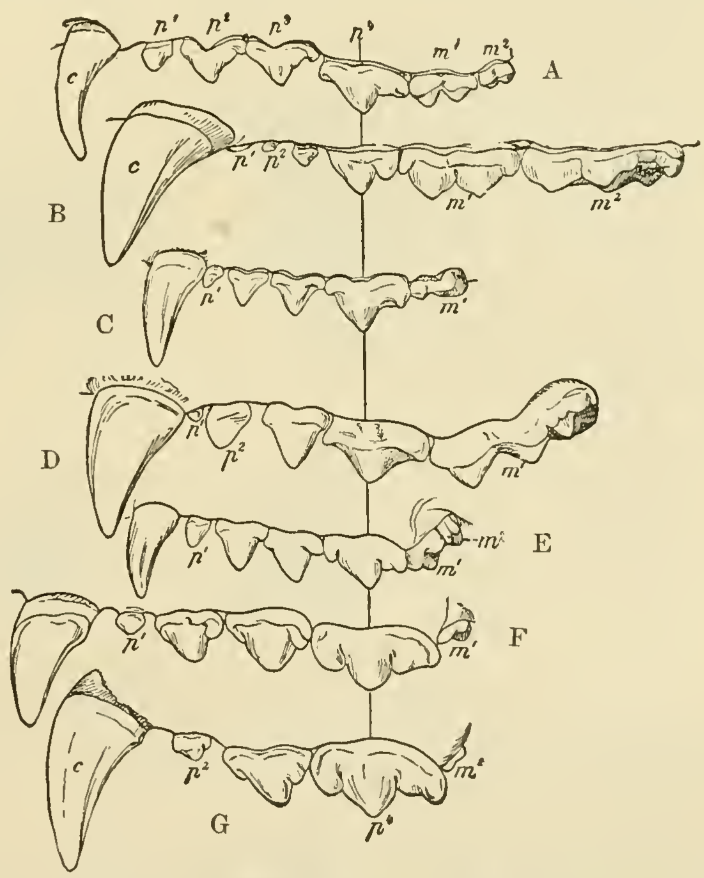


Fig. 102. **Die Zähne des linken Oberkiefers** von A Hund, B Bär, C Marder, D Dachs, E Herpestes, F Hyäne, G Löwe. Besonders hervorzuheben ist die starke Entwickelung der höckerigen Partie (m^1—m^2) in B und D und die Rückbildung derselben in E—G. Die Reißzähne (p^4) liegen in einer Linie. Nach Boas.

Nahezu konstant ist die Dreizahl der Schneidezähne jederseits in beiden Kiefern; es sind kleine Zähne mit stark komprimierten Wurzeln und schmalen meißelförmigen Kronen, die bisweilen undeutlich dreilappig sind; die oberen sind stets größer als die unteren und meist die äußeren größer als die mittleren.

Die Eckzähne zeichnen sich durch ihre

Größe und starke Wurzeln aus. Diese starken konischen Zähne ragen mit ihrer scharf zugespitzten Krone weit über die Zahnreihe hervor; sie sind mehr oder weniger komprimiert oder rund kegelförmig, meist gekrümmt und bisweilen mit schneidenden Vertikalleisten versehen. Der obere Eckzahn ist durch ein Diastema von den Schneidezähnen getrennt; dieser Zwischenraum dient zur Aufnahme des unteren Eckzahnes. Die nach diesem auftretenden Backzähne werden als Lückenzähne, Reißzahn und Molaren unterschieden. Die Differenzierung des Gebisses war von den Kreodonten an auf die Ausbildung eines einzigen und wirksamen Reißzahnes gerichtet, während die übrigen Molaren

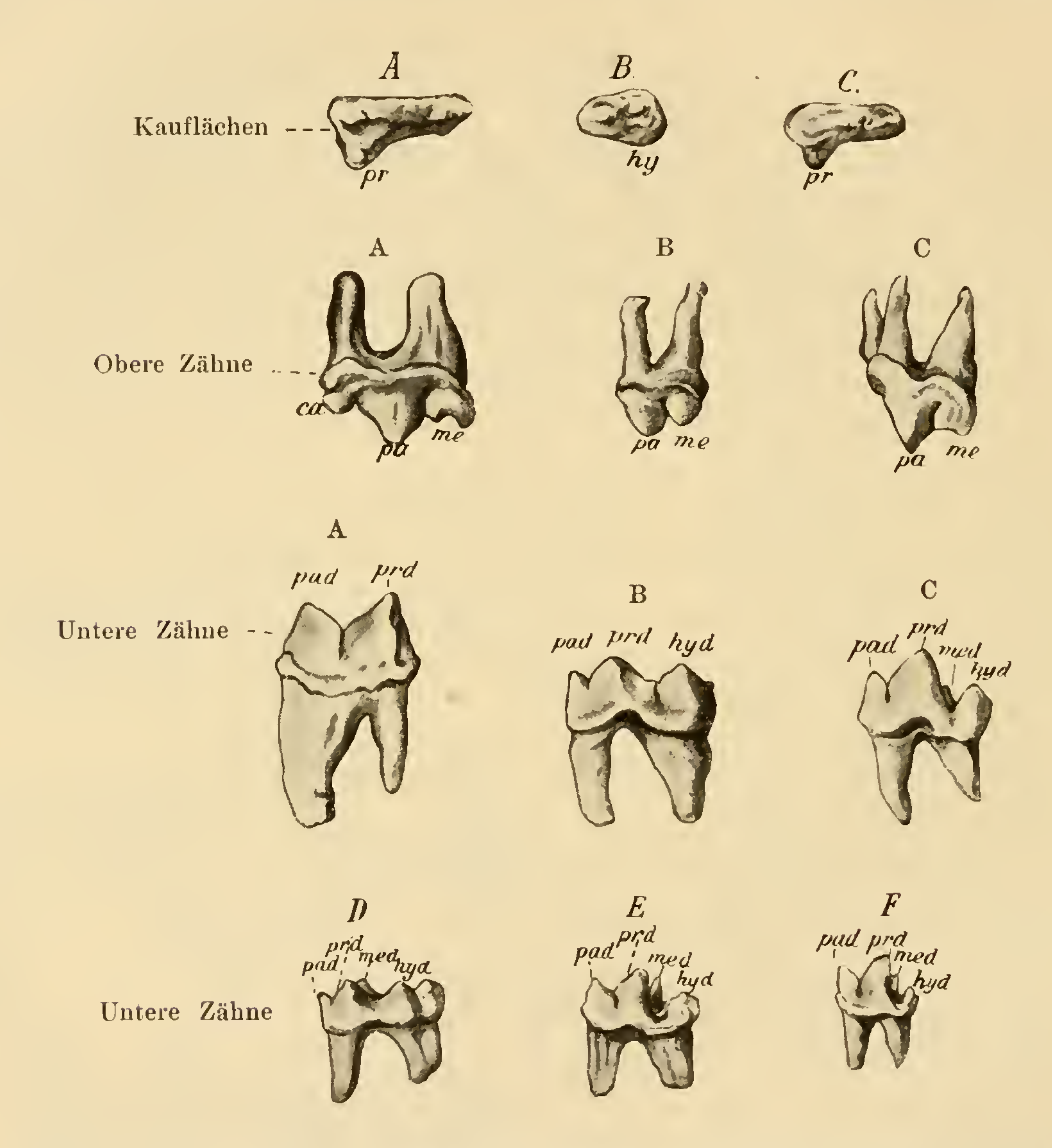


Fig. 103. **Reißzähne einiger Karnivoren zur Erklärung der Höcker.** A *Felis*, B *Ursus*, C *Canis*, D *Meles*, E *Lutra*, F *Herpestes*. *pa* Paraconus, *pr* Protoconus, *me* Metaconus, *hy* Hypoconus, *ca* vorderer akzessorischer Höcker, *pad* Paraconid, *prd* Protoconid, *med* Metaconid, *hyd* Hypoconid.

eine immer größere Reduktion in Zusammensetzung und Zahl erfuhren. Die 3 vordersten Backzähne des Oberkiefers, die Lückenzähne, sind sämtlich Prämolaren von komprimierter Form. Hinter der Spitze findet sich ein spaltförmiger Einschnitt am Rande und an der inneren Seite des Zahnes sitzt ein kleiner Höcker. Der Reißzahn des Oberkiefers entspricht dem hintersten Prämolar, da-

gegen ist der unterste Reißzahn der vorderste Molar. (Vgl. Fig. 102, 103.) Der Reißzahn ist bei den Procyoniden und Musteliden klein, bei den Ursiden fehlt er. Bei guter Entwicklung zeigt dieser Zahn im Oberkiefer eine vordere und eine hintere kleinere, sowie eine große mittlere, schneidende Zacke, welch letztere durch eine Leiste mit einem vorderen inneren Talon verbunden ist, der seine besondere Wurzel besitzt. Eine Ausnahme bilden die Ursiden, deren Reißzahn sich wenig vor den übrigen Zähnen unterscheidet; der hinten sitzende Talon hat keine eigene Wurzel. Bei den Feliden stellt der Reißzahn in der Regel den einzigen Molar dar, zeigt zwei schneidende gleichartige Zacken und der innere Talon ist nur schwach entwickelt. Bei den anderen Karnivoren sind diese Zacken, welche die äußere Schneide bilden, niedriger, die Krone ist breiter, indem sie einen inneren Höcker und einen hinteren Talon erhält. Hat der Unterkiefer nur einen Molar, so bildet dieser den Reißzahn.

Die Molaren haben stumpfhöckerige Kronen, sind ein- bis dreiwurzelig und variieren in Größe und Zahl. Die Höcker sind paarig geordnet; die Paare der oberen Molaren quer gestellt, die der unteren hintereinander gruppiert, weshalb die Molaren des Oberkiefers stets in der Quere ausgedehnt sind und die unteren in der Länge. Die Entwicklung der Molaren nimmt nach hinten ab. Die Reduktion derselben beginnt mit dem Ausfall der letzten im Oberkiefer: Zahnformel von Amphicyon: $I\,\frac{3}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{4}{4}$; $M\,\frac{3}{4}$. Dann folgt in gleicher Weise der Ausfall des entsprechenden unteren Molaren: Arctocyon: $I\,\frac{3}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{4}{4}$; $M\,\frac{3}{3}$. Indem dann der vorletzte obere Molar verschwindet, reduziert sich die Bezahnung bei den Ursiden und Kaniden auf $\frac{2}{3}$ Molaren. Während in der Fortbildung der Kaniden die Prämolaren gute Entwicklung behielten, und die Molaren sich rückbildeten, findet bei Hyaenarctus, Amphicyon, Aeluropus, Hemicyon umgekehrt Vergrößerung und Verlängerung der Molaren und Rückbildung der Prämolaren statt. Demzufolge steht dem tertiären Hyaenarctus der heutige Aeluropus mit $P\,\frac{4}{3}$, $M\,\frac{2}{3}$ sehr nahe. Die Prämolaren sind groß, die drei letzten zweiwurzelig. Bei den Viverriden und Procyon fällt auch der vorletzte Molar des Unterkiefers hinweg $\left(P\,\frac{4}{4};\ M\,\frac{2}{2}\right)$. Nun reduzieren sich aber auch Prämolaren, indem zunächst der untere 1. Prämolar und dann der obere 1. Prämolar verschwinden, während die zurückbleibenden Molaren von hinten nach vorne weiter reduziert werden. Hiernach stellen sich folgende Formeln für die Backzähne auf: Mustela: $P\,\frac{4}{4}$; $M\,\frac{1}{2}$. Lutra: $P\,\frac{4}{3}$; $M\,\frac{1}{2}$. Putorius: $I\,\frac{3}{3}$; $M\,\frac{1}{2}$. Hyaena: $P\,\frac{4}{3}$; $M\,\frac{1}{1}$. Felis: $P\,\frac{3}{2}$; $M\,\frac{1}{1}$. Lynx: $P\,\frac{2}{2}$; $M\,\frac{1}{1}$. Der diluviale Machairodus: $P\,\frac{2}{1}$; $M\,\frac{1}{1}$. Diese Tendenz zur Rückbildung an der früheren Hinfälligkeit einzelner rudimentär gewordener Backzähne ist noch gegenwärtig bei zahlreichen Species nachweisbar, wie z. B. der 1. untere Prämolar des Hundes). Bei Eusmilus können auch die Schneidezähne bei dem ohnehin schon reduzierten Gebisse vermindert sein: $I\,\frac{2}{2}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{2}{1}$; $M\,\frac{1}{1}$.

Struska gibt folgende Tabelle für den Durchbruch und Wechsel der Karnivoren an:

Zähne	Durchbruch	Wechsel
1. Schneidezahn, I_1	Von 5—6 Wochen	Von 2—5 Monaten
2. „ I_2		
3. „ I_3		
Hakenzahn C	Von 4 Wochen	Von $4^1/_2$—$5^1/_2$ Monaten
Lückenzahn P_4	Von 4—5 Monaten	—
1. Backzahn, P_3	Von 5—6 Wochen	Von 5—$5^1/_2$ Monaten
2. „ P_2		
3. „ P_1		
4. „ M_1	Von 4—5 Monaten	—
5. „ M_2	Von 5—6 Monaten	—
6. „ M_3	Von 6—7 Monaten	—

(Vgl. a. Fig. 41.)

Die Raubtiere zerfallen in zwei Gruppen: in Landraubtiere oder Fissipedia und Wasserraubtiere oder Pinnipedia.

1. Unterordnung: **Fissipedia.**

Diese Gruppe umfaßt meist karnivore, seltener omnivore Mammalien mit heterodonter, diphyodonter Bezahnung. Alle Zähne haben Wurzeln. Die $\frac{3}{3}$ Schneidezähne sind nur ganz ausnahmsweise auf $\frac{3}{2}$ reduziert. Die $\frac{1}{1}$ Eckzähne sind lang und kräftig. Die Backzähne sind tuberkulo-sektorial, quadrituberkular oder multituberkular, scharfspitzig, bisweilen stumpfhöckerig; meist weniger als P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$; ausnahmsweise $\frac{7}{8}$—$\frac{8}{8}$, von denen P^4 und M_1 meist von bedeutender Größe sind und schneidende Krone haben (Reißzahn).

Die Bewegung der Kiefer ist eine ganz einseitig ginglymische, entsprechend dem Bau des Kiefergelenkes. Der Unterkiefer hat, gemäß dem äußerst starken Temporalis, einen hohen Proc. coronoideus, während der Proc. angularis gewöhnlich klein, spitz auslaufend und etwas einwärts gebogen gestaltet ist. Die Stärke des Temporalis entspricht den Anforderungen bei der Auf- und Niederbewegung des Unterkiefers beim Kauen. Diese Scharnierbewegung wird durch eine von vorn nach hinten tief konkave, transversal gerichtete lange Gelenkgrube bewirkt, in welche die halbzylindrische Walzenform des Kondylus paßt, derart, daß sie sich bei manchen mazerierten Schädeln nur mit Gewalt daraus entfernen läßt. Die Längsachsen der beiderseitigen Kiefergelenke sind rein quer gerichtet, so daß sie sich nicht, wie bei den Insektivoren, vorn schneiden.

Ursidae, Familie der bärenartigen Raubtiere. Die Tiere dieser Gruppe sind Omnivoren, der Reißzahn verliert hier seine hohe Bedeutung und die Molaren treten in den Vordergrund. Die großen Schneidezähne sind mehr oder weniger deutlich gelappt und die langen und starken Eckzähne dick und kegelförmig. Die Prämolaren (Lückenzähne) variieren in Form und Zahl. Die Zacken der Reißzähne haben stumpfe dicke Form und sind niedrig; bei den oberen ist der innere Höcker meist klein und der Zahn prämolarähnlich, während bei den unteren der stumpfe Ansatz überwiegt und der Zahn mehr einem Molar gleicht. Die Molaren haben flache Kronen mit vielen niedrigen Höckern in verschiedener Anordnung; sie sind breiter als lang, quadratisch oder länger als

breit. Die Zahnformel der Ursiden ist I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{3}$ resp. L $\frac{3}{4}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{2}{1}$. Das Milchgebiß: i $\frac{3}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{3}$. Die Milchmolaren nehmen vom ersten bis dritten um das Doppelte an Größe zu; der letzte Molar ist ein Reißzahn. Die Ersatzzähne brechen frühzeitig hervor. Die typische Gattung *Ursus arctos,* der braune Bär, zeichnet sich durch die großen, deutlich gelappten Schneidezähne aus, die dickkegelartigen Eckzähne, die verkümmerten Lückenzähne, die kleinen flachen Reißzähne und die großen langen Molaren mit unregelmäßig höckeriger Kaufläche. Der Höckerteil dieser Zähne ist sehr stark entwickelt, während der übrige Teil derselben rückgebildet ist. Die gelappten Schneidezähne zeigen die den Karnivorenzähnen charakteristische Vertiefung. Bei den Eckzähnen ist die labiale und linguale Schmelzleiste stark ausgebildet. Der erste der drei kleinen einwurzeligen Lückenzähne steht dicht am Eckzahn und hat eine eigentümliche Krone, die nach letzterem hin gerichtet ist. Der P_1 ist sehr klein, der P_4 sehr groß, meist mit zwei inneren Höckern, von denen der eine vor dem Haupthöcker (Außenhöcker) liegt, der andere hinter demselben. Die vier Prämolaren sind selten während der Lebensdauer der Bären alle vorhanden, der erste persistiert in der Regel, während der zweite und dritte verloren gehen. Da der vierte ebenso wie der erste erhalten bleibt, so sieht man bei älteren Tieren zwischen dem Eckzahn und dem 4. Prämolaren eine große Lücke (in welcher bei jungen Tieren die drei vorderen Prämolaren sitzen). Der 4. obere Prämolar, der Reißzahn, behält ziemlich seinen Charakter, der 1. untere Molar aber kaum. Bei *Ursus labiatus s. Procyon lotor,* Waschbär, sind die Schneidezähne klein und das mittlere Paar geht frühzeitig verloren; die Molaren sind stärker entwickelt, breiter, mit hinterer Spitze auf dem Talon und zeigen eine Abweichung vom karnivoren Charakter. Die Zahnformel lautet I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$ resp. L $\frac{3}{4}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{2}{1}$. Der Waschbär taucht alle Nahrung in das Wasser, bevor er sie frißt. Beim Nasenbären *Nasua rufa s. Cuati* ist die Schnauze rüsselförmig verlängert. Der obere Reißzahn zeigt einen sehr großen Höcker, außerdem ist noch hinter diesem ein kleiner vorhanden; die Schneide hat keine besonders hervortretende dünne Spitze, sondern zwei deutlich ausgeprägte Höcker. Die Eckzähne zeichenen sich dadurch aus, daß die oberen gerade und seitlich stark komprimiert sind, während die unteren starke Krümmung zeigen und an der vorderen Fläche mit einer tiefen Furche versehen sind. *Aelurus fulgens* mit der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{4}$; M $\frac{2}{2}$, hat breite multikuspidate Molaren, die eine vollständige Anpassung an vegetabilische Diät sind. Bei *Bassaris* mit I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$ haben der 4. Prämolar oben und der 1. untere Molar nach Art der Reißzähne gut entwickelte Kämme. Entsprechend der karnivoren Lebensweise sind die Zähne scharfspitziger. *Melursus* hat in seinem Gebisse $\left(\text{I}\ \frac{2}{3};\ \text{C}\ \frac{1}{1};\ \text{P}\ \frac{4}{4};\ \text{M}\ \frac{2}{3}\right)$ von den klein geformten Zähnen die vorderen Incisivi verloren. *Cercoleptes caudivolvulus,* Wickelbär (I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{2}{2}$), unterscheidet sich von den vorigen Arten durch völliges Zurücktreten des Reißzahnes, so daß als Formel für die Backzahnreihen $\frac{2+3}{3+2}$ gelten könnte. Die beiden ersten Lückenzähne sind dickkegelförmig, ohne Nebenhöcker und mit

inneren Kanten. Im Oberkiefer ist der modifizierte Reißzahn ein querer Zahn mit starkem Außenhöcker und innerem stumpfem Ansatz. Der dem Reißzahn entsprechende des Unterkiefers zeigt einen vorderen stumpfen Kegelhöcker und verdickt sich nach hinten bedeutend. Die beiden Molaren des Oberkiefers sind quadratisch, während sie im Unterkiefer oblonge Form zeigen.

Die spezifischen Differenzen der lebenden und fossilen Bären hinsichtlich der Bezahnung sind geringfügig. Der aus dem Miozän stammende *Hyaenarctus* zeichnet sich durch weniger stark ausgeprägte Molaren und sehr große Höckerzähne aus und den kräftigen dicken Eckzahn, der bei den Bären typisch ist. Sehr nahe steht diesem tertiären Tiere der heutige *Aeluropus* mit $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{3}$; $M\frac{2}{3}$. Die Prämolaren sind sehr groß, und die drei letzten haben zwei Wurzeln. Der *Ursus spelaeus*, Höhlenbär (Fig. 104), aus dem Diluvium steht in seinem Gebisse dem lebenden Eisbären, *Ursus maritimus*, nahe. Der Oberkiefer zeigt einen einfachen kleinen Lückenzahn gleich hinter dem Eckzahn und einen zweiten gleichgeformten, aber durch eine weite Lücke davon getrennt, unmittelbar vor dem Reißzahne. Der erste Lückenzahn im Unterkiefer folgt gleich nach dem Eckzahne, der zweite steht vor dem Reißzahne. Jene sowohl wie diese fallen meist aus und dann beginnen beide Backzahnreihen mit dem Reißzahne. Der untere Reißzahn gleicht sehr den Molaren. *U. arvernensis* weist solidere Prämolaren und kleinere Molaren auf, als der Höhlenbär.

Mustelidae, Familie der marderartigen Raubtiere, mit der Formel $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3\,(4)}{3\,(4)}$; $M\frac{1}{2}$ resp. $L\frac{3}{4}$; $R\frac{1}{1}$; $H\frac{1}{1}$. P^4 ist langgestreckt mit kleinem Talon. Die Bezahnung erscheint der der Feliden ähnlich, besonders in den Reißzähnen; aber der letzte Zahn in jedem Kiefer ist ein Molar mit breiter Krone und Höckern, der selbst bei den am meisten karnivoren Tieren der Gruppe erhalten ist, während bei weniger karnivoren, wie bei Meles, die Molaren breit und stumpf sind und der untere Reißzahn trotz seiner typischen Gestalt dennoch ein breiter Molar ist. Die Gattung *Mustela* mit ihren verschiedenen Arten zeichnet sich durch konkoven Außenrand des oberen 3. Prämolaren aus. *M. martes,* Edelmarder; *M. foina,* Steinmarder; hier hat der 3. Prämolar einen konvexen Außenrand, auch ist letzterer beim oberen Reißzahn länger; *M. zibelina,* Zobel, zeigt den karnivoren Charakter in der ganzen Familie am meisten ausgesprochen. Die Schneidezähne sind klein, die beiden inneren ziemlich gleich groß, die äußeren bedeutend größer, die Kronen mehr oder weniger gelappt, die Eckzähne stark und deutlich gekantet. Der erste Lückenzahn ist in beiden Kiefern einwurzelig und sehr klein. Im Oberkiefer folgen noch zwei weitere Lückenzähne; im Unterkiefer zählt man einen mehr, also im ganzen drei bis vier. Am oberen Reißzahn verkümmert der vordere Höcker, während am unteren beide Zacken stark entwickelt sind. Der obere 1. Molar hat einen quer oblongen Umfang, ist doppelt so breit wie lang und zeigt außen zwei Höcker; der untere Zahn ist rundlich, oval, undeutlich zweihöckerig. *Putorius* und seine Arten *P. putorius,* Iltis, mit $\frac{2.\,3.\,4.\,5}{2.\,3.\,4.\,5.\,6}$ Backzähnen; *P. furo,* Frettchen; *P. vulgaris,* Wiesel; *P. erminea,* Hermelin; *P. lutreola,* Nörz, besitzen zusammen mit den verlängerten Kiefern auch überall lange Backzähne. Im Unterkiefer sind der dritte und vierte Lückenzahn mit Nebenhöckern versehen. Am unteren Reißzahne

fehlt der innere Zitzenhöcker. *Mellivora,* STORR hat die Formel I $\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{2.\ 3.\ 4.\ 5}{2.\ 3.\ 4.\ 5}$. *Meles taxus,* Dachs I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{5}{6}$ mit sehr kleinen, oft hinfälligen Prämolaren $\left(\frac{1}{1}\right)$, zeigt verhältnismäßig sehr große Schneidezähne, die außen gekerbt oder gefurcht sind, im Oberkiefer deutlicher als im Unterkiefer. Die Eckzähne sind vorn und hinten gekantet, die unteren hakig, die oberen gerade und länger. Zweiwurzelige Lückenzähne stehen je zwei im Oberkiefer, mit komprimierten kegelförmigen Kronen ohne Nebenhöcker und ganz dicht am Eckzahne. Der erste Lückenzahn fällt frühzeitig aus; ebenso im Unterkiefer. Die drei folgenden Zähne sind größer. Der obere Reißzahn zeigt einen starken Hauptzacken;

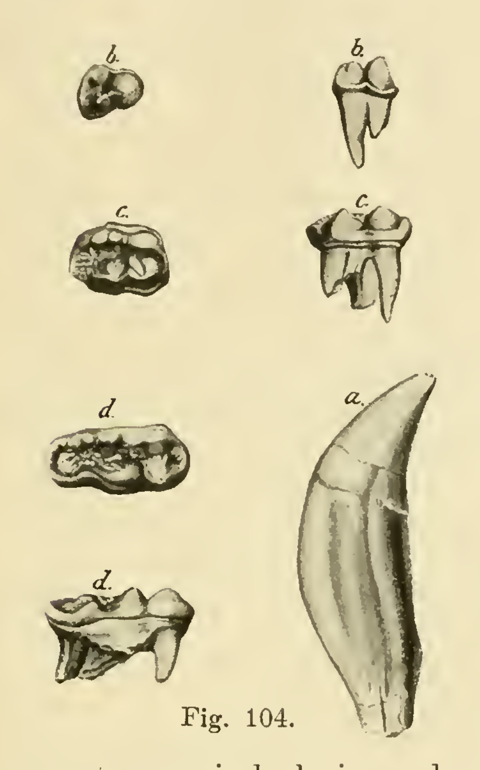


Fig. 104.

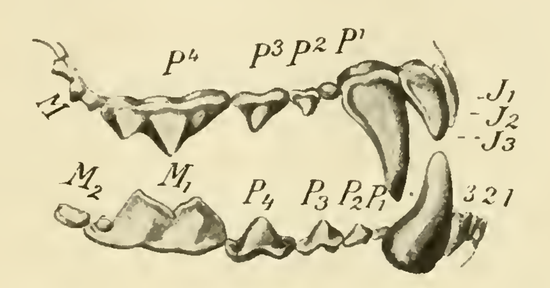


Fig. 105.

Fig 104. **Verschiedene einzelne Zähne von *Ursus spelaeus.*** *a* der Eckzahn des Unterkiefers, b b der Reißzahn des Oberkiefers und die Kaufläche, c c der 1. obere Molar und die Kaufläche desselben, d d der letzte obere Molar mit der Kaufläche. $^1/_3$ nat. Größe. Nach GIEBEL.

Fig. 105. **Rechtsseitige Zahnreihen beider Kiefer von *Gulo borealis.***

am unteren sind drei vordere gleichgroße Höcker vorhanden. Der obere Molar hat eine enorme Größe, besitzt am Außenrande drei deutliche Höcker, in der Mitte einen länglichen und einen scharfen Innenrand. Der untere Molar ist rundlich mit erhabenem Rande. *Gulo borealis,* Vielfraß (Fig. 105), dem Aeußeren nach von Meles sehr verschieden, stimmt dennoch im Gebisse sehr mit letzterem überein. Lückenzähne sind oben drei, unten vier vorhanden, von denen der erste klein und einwurzelig ist. Beim oberen Reißzahn ist der vordere Höcker verkümmert, der innere aber deutlich entwickelt; der untere Reißzahn hat zwei sehr große und dicke Zacken, ohne inneren Höcker. Die Molaren sind von gleicher Form, wie beim Dachse und sehr breit, $\frac{1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5}{1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6}$. *Mephitis mesomelas,* Stinktier, hat nur $\frac{2}{3}$ Lückenzähne; der obere Molar ist größer wie der Reißzahn; letzterer zeigt nur einen starken Hauptzacken. Während der obere abgerundet vierseitig ist und einen starken Außen- und Innenrand hat, ist der untere länglich oval. *Lutra vulgaris,* gemeine Fischotter, $\left(I \frac{3}{3}; C \frac{1}{1}: B \frac{5}{6} = \frac{1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5}{1.\ 2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6}\right)$, besitzt relativ kleine, gelappte Schneidezähne und sehr lange kräftige Eckzähne. P^4 kurz mit breitem Talon. Von den drei Lückenzähnen ist der obere jederseits sehr klein und hin-

fällig, alle übrigen haben zwei Wurzeln. Der obere Reißzahn ähnelt dem von Mephitis, der untere dem vom Dachse. Der obere fast rhombische 1. Molar ist so groß wie der Reißzahn und hat am Außenrand zwei Höcker; der untere ist verhältnismäßig größer als bei den vorigen Species. *Enhydris marina*, Seeotter, mit der Formel I $\frac{1.\,2.\,3}{1.\,2.\,3}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{2.\,3.\,4.\,5}{2.\,3.\,4.\,5.\,6}$, hat oben einen Lückenzahn weniger als Lutra und ganz verschieden gebaute Reißzähne und Molaren. Der zweite obere Reißzahn zeigt eine sehr dicke Kegelkrone mit hinterer Basalfalte. Der obere Reißzahn gleicht mehr dem 1. Molaren der Kaniden, als dem der Lutriden. Außen besitzt er zwei halbkugelige Höcker und innen einen sehr flachen breiten Höcker, so daß der Zahn mehr breit als lang erscheint. Noch auffallender ist dieses Verhältnis bei dem unregelmäßig höckerigen Molar. Im Unterkiefer sind die Lückenzähne doppelt so groß, der dritte hat einen starken Innenhöcker. Der eigentliche Reißzahn ist von enormer Größe und fünfhöckerig. Der kleine Molar ist quer oval gestaltet.

Canidae, Familie der Hundearten, mit der typischen Gattung *Canis* und der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{(2)\,3}$ resp. L $\frac{3}{4}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{2}{2}$. Das Milchgebiß hat i $\frac{3}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{3}$.

Die Schneidezähne sind bogenförmig gruppiert und sehr klein, die oberen größer als die unteren. Die meißelförmigen Kronen sind im Oberkiefer dreilappig und die Oberfläche der Krone zeigt eine quere Furche, welche mit der Spitze des unteren Zahnes korrespondiert; der vordere Lappen besitzt noch zwei weitere Höcker. Der mittlere Lappen ist am stärksten ausgebildet, so daß die Krone ein eckzahnartiges Aussehen erhält. Die Wurzeln sind stark komprimiert.

Die Eckzähne sind groß, konisch, seitlich komprimiert und besitzen eine mesiale und distale scharfe Leiste; an der Lingualfläche sind sie etwas abgeplattet. Die nicht scharf von der Wurzel abgesetzte Krone ist länger als diese und dicker.

Die zugespitzten Prämolaren sind seitlich abgeflacht, nehmen nach hinten an Größe allmählich zu und zeigen noch kleine akzessorische Höcker an der Basalfläche. Der erste kleine Lückenzahn fällt bisweilen aus. Der zweite ist wenigstens von doppelter Größe und hat eine mehr spitzkegelförmige Krone und zwei getrennte Wurzeln. Der dritte unterscheidet sich wenig vom zweiten. Im Unterkiefer ist der dritte Zahn größer als sein Vorgänger. Der vierte Prämolar des Oberkiefers ist der Reißzahn, er ist dreiwurzelig und übertrifft den dritten bedeutend an Größe. Der untere vierte Prämolar gleicht ziemlich dem dritten.

Die zwei oberen Molaren sind dreiwurzelige stumpfe, breitkronige Zähne mit Höckern in paariger Anordnung, die bei älteren Tieren abgerieben sind. Der 2. Molar ist bedeutend kleiner als der 1. Der 1. Molar des Unterkiefers ist der Reißzahn. Während der obere Reißzahn ganz den Typus der Lückenzähne besitzt und geringere Entwicklung der Hauptzacken zeigt, hat der untere eine wohl entwickelte Schneide, die mit der des oberen Reißzahnes artikuliert. Dieser Zahn wird charakterisiert durch einen großen stumpfhöckerigen hinteren Ansatz und einen inneren Höcker am zweiten Hauptzacken. Der 2. untere Molar ist kaum den vierten Teil so groß als der erste und der dritte ist noch kleiner.

Canis familiaris, Haushund, mit der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$ (Fig. 12, 13), unterscheidet sich in anatomischer Hinsicht in seinen zahlreichen Rassen mehr oder weniger. In bezug auf seine Bezahnung muß noch hinzugefügt werden, daß in der Regel die ersten Zähne, Hakenzähne genannt, in der dritten bis vierten Woche erscheinen zunächst die mittleren Schneidezähne und der erste und zweite Milchmolar. Im Laufe des zweiten Monats erscheint der dritte Milchmolar. Der Zahnwechsel beginnt im vierten Monat, in dem gewisse Milchzähne, die sog. Zangen und der erste Milchmolar ausfallen; gleichzeitig erscheint der erste permanente Molar; dann wechseln zwischen dem 5.—6. Monat die Haken- und die Eckzähne sowie die weiteren dem Zahnwechsel unterworfenen Backzähne. Im Laufe des siebenten Monats sind die Molaren vollständig verschwunden und mit dem achten Monat hat der Hund sein fertiges Gebiß. Doch können Krankheiten, die den Hund während der Dentition befallen, diese Durchbruchszeiten ändern und verzögern. Das sogenannte Staupegebiß zeigt oft Zähne wie bei ganz alten Tieren. Unter normalen Verhältnissen sind Zähne bis zum 15. Monat rein weiß und die Incisivi an den Schneidekanten noch sehr scharf. Nun setzen aber die Fang- und Backenzähne gelbe und bräunliche Streifen an der Schmelzgrenze der Zähne am Zahnfleisch an. Mit dem 2. Jahre verlieren die Schneidekanten schon an Schärfe und die Spitzen schleifen sich ab; ebenso wird die gelbe Färbung und die Zahnsteinablagerung stärker. Bei Rassen mit langen Schnauzen haben die Prämolaren bedeutende Zwischenräume (*C. familiaris grajus*, Windhund).

Bei den kurzschnäuzigen stehen die Zähne etwas schräg nebeneinander, so daß sie fast dachziegelartig angeordnet sind. Bei einigen langschnauzigen Rassen hat Blainville überzählige Zähne gefunden; in einem Falle war es ein Prämolar, im anderen ein wirklicher Molar. Einige ostasiatische kurzschnauzige Windhunde, wie *C. javanicus*, zeichnen sich durch den unteren Reißzahn aus, der nur einen einspitzigen Talon hat und durch den unteren 2. Molar. Die Formel ist I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$. Bei *C. dingo*, dem australischen Hund, stehen die Prämolaren in weiten Zwischenräumen. Bei *C. primaevus* fehlt der dritte untere Molar, der bei allen Hunden nur rudimentär ist, gänzlich. Der karnivore Charakter des Gebisses ist hier am deutlichsten ausgeprägt, denn der Reißzahn überwiegt die Molaren, von denen der letzte oben sehr klein ist und unten ganz fehlt. Dem entsprechen auch die scharfen und spitzen Zacken der Lückenzähne. *C. pictus*, der Hyänenhund, schließt sich im Größenverhältnisse des Reißzahnes und der Molaren dem Wolfe an. So gleichmäßig die Bezahnung bei den Kaniden ist, so verschieden ist ihre Lebensweise. *C. cancrivorus*, der Krebse frißt und auch Früchte, sowie *C. lagobus*, Polarfuchs, ist reiner Karnivor, beide Arten haben eine ganz verschiedene Lebensweise und dennoch die gleiche Bezahnung. Man muß daher vorsichtig sein, um aus dem Charakter der Zähne auf die etwaige Nahrungsart der Tiere zu schließen. *C. lupus*, der Wolf (Fig. 106), *C. vulpes*, der Fuchs,

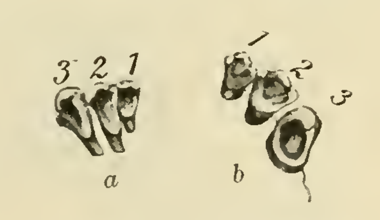


Fig. 106. **Die Schneidezähne beider Kiefer von *Canis lupus*.** *a* zeigt die drei linksseitigen des Unterkiefers, *b* die drei des Oberkiefers, von der Mundhöhle aus gesehen. $^2/_3$ nat. Gr.

bieten wenig Bemerkenswertes, das von der normalen Bezahnung der Kaniden abweicht. *Otocyon caffer*, Löffelhund, ein fuchsähnliches Tier, hat 8 kleine Backzähne jederseits, P $\frac{4}{4}$; M $\frac{4}{4}$, so daß die Zahl des Gebisses 48 beträgt, die höchste Zahl von allen Säugetieren. Ob dies auf einen primitiven Charakter zurückzuführen ist und nicht eher auf eine sekundäre Verschmelzung, ist sehr zweifelhaft. *Amphicyon*, ein fossiles omnivores hundeähnliches Tier, hat die Formel der Backzähne mit P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{4}$, also einen Molar mehr, als die typische Bezahnung der Kaniden zeigt. *Lycaon pictus*, ebenso *Icticyon*, haben den gleichen Reißzahn wie Canis javanicus. Der brasilianische Icticyon charakterisiert sich durch seine Molaren, von denen der zweite obere meist ganz schwindet und auch der erste klein ist, während im Unterkiefer der dritte fehlt und der zweite sehr klein ist. *Cynodictis*, ein scharfzähniger Hund aus dem europäischen Eozän, besitzt ein vollständiges Gebiß: $\frac{3.\ 1.\ 4.\ 2}{3.\ 1.\ 4.\ 3}$ mit hochkronigem 4. Prämolar und langen unteren Molaren.

Felidae, Familie der Katzen, mit der typischen Gattung *Felis* und der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{2}$; M $\frac{1}{1}$ resp. L $\frac{2}{2}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{1}{0}$; Milchgebiß: i $\frac{3}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{2}$. Während unter den Vorfahren der Feliden bei den tertiären Amphictiden, mit der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$, P^4 und M_1 reißzahnartig entwickelt waren und M_2 noch als ansehnlicher Zahn funktionierte, ist bei den rezenten Feliden M_2 verschwunden, M^1 rudimentär, P^4 zum großen Reißzahn geworden.

Die Feliden sind die blutgierigsten aller Karnivoren, und diese typische Vollkommenheit des Gruppencharakters zeigt sich am deutlichsten in ihrem Gebisse. Die Zahl der Zähne von nur 30 ist von allen Karnivoren die geringste, aber auch eine ganz gleichmäßige. Die Backzähne sind stark reduziert, es ist in jedem Kiefer ein Prämolar verloren gegangen. Die Molaren sind auf einen kleinen Kornzahn im Oberkiefer reduziert und auch dieser Zahn verschwindet bisweilen.

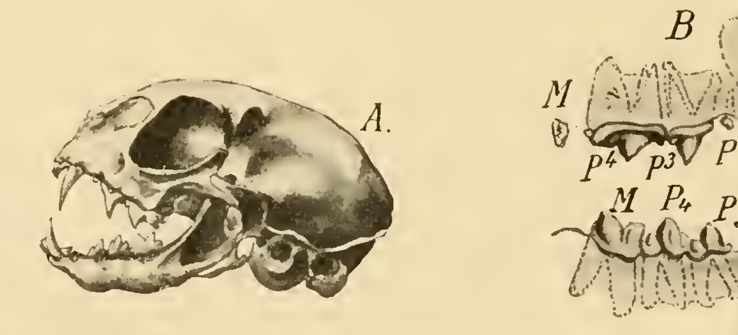


Fig. 107. A **Schädel (linke Seitenansicht) von** *Catus ferus.* 1/3 nat. Gr. B **Rechte Hälfte beider Kiefer von** *Felis catus domestica.* Länge und Form der Wurzeln der Eck- und Backzähne sind durch punktierte Linien angedeutet.

Dieser einwurzelige Kornzahn ist ganz bedeutungslos; er steht quer innerhalb des Reißzahnes, so daß er von der bukkalen Fläche gar nicht mehr sichtbar ist. Von den vorderen Backzähnen ist der erste obere klein und einwurzelig und die Krone bildet einen stumpfen Höcker. Im Unterkiefer ist der Reißzahn, d. h. der 1. Molar, nur ein einfacher Schneidezahn, und durch einen V-förmigen Ausschnitt in zwei Lappen geteilt, während der hintere Höcker nur schwach ausgebildet ist. Die ersten Prämolaren sind ganz kurz, stehen fast isoliert,

so daß sie das Fleisch der lebenden Beute leichter fassen können. Der 1. Prämolar im Oberkiefer bezw. der 2. von der typischen Säugetierbezahnung ist fast rudimentär, der 2. ist viel größer, scharfspitzig und der 3. ist ein wohlentwickelter Reißzahn, dessen Schneide durch zwei Vertiefungen in drei scharfe Zacken geteilt ist; mit dem Mittelzacken ist der innere Höcker durch eine schwache Leiste verbunden.

Die Schneidezähne sind sehr kurz, die Eckzähne sehr lang, weit voneinander abstehend, scharfspitzig und zeigen eine stark ausgebildete längliche Leiste, die für alle Feliden charakteristisch ist. Für die verschiedenen Arten der Gattung Felis liegen nur wenig bedeutungsvolle Differenzen im Gebisse vor, insofern die Größe der Zähne keine systematische Bedeutung hat. Es gehören hierher *F. leo,* Löwe (Fig. 109), *F. tigris,* Tiger (Fig. 108); *F. onca,* Jaguar; *F. pardus,* Panther oder Leopard; *F. catus,* wilde Katze (Fig. 107); *F. domestica,* Hauskatze (Fig. 107); *F. Serval,* Serval; *F. lynx* s. *Lynx lynx* s. *Lynx vulgaris,* Luchs; diesem letzteren fehlt der vorderste der bei den Katzenarten vorhandene Lückenzähn des Oberkiefers, so daß die Formel auf P $\frac{2}{2}$; M $\frac{1}{1}$ reduziert ist. *Cynailurus,* Gepard (Fig. 110), zeichnet sich von Felis durch starke Kompression aller Zähne aus, durch die Neigung der Hauptzacken nach hinten, durch die schärferen Kanten des letzteren, durch den völligen Mangel eines Ansatzes (Zacke) am oberen Reißzahn, wie sonst bei den übrigen Feliden vorhanden, durch die Verkümmerung des ersten oberen Lückenzahnes, sowie Vergrößerung des zweiten oben und des ersten unten, durch die tiefe Trennung der Nebenzacken aller vorderen Backzähne von den Hauptzacken und durch die verhältnismäßig kleinen oberen Schneidezähne.

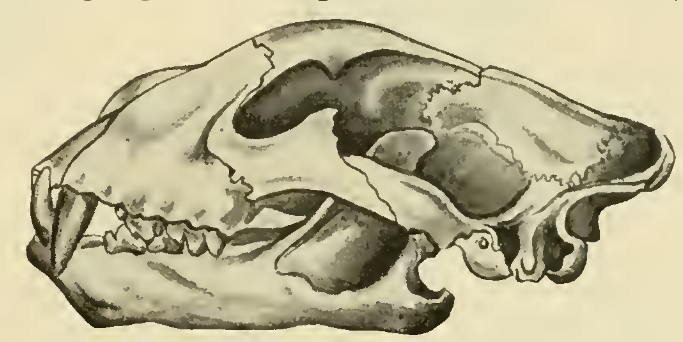


Fig. 108. **Schädel von *Felis tigris.*** Kiefer geschlossen. $^1/_3$ nat. Gr.

Eine fossile Katze aus dem Pliozän von sehr bedeutender Größe war *Machairodus* s. *Drepanodon,* sägezähniger Tiger, mit enormen säbelförmigen Eckzähnen und der Formel: I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{2\ (1)}$; M $\frac{1}{1}$; resp. L $\frac{1}{1-2}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{1}{0}$. Die Backzahnreihe P + M $\frac{3.\ 4.\ 5}{3.\ 4.\ 5}$ ist noch mehr rückgebildet als bei den jetzt lebenden Katzen. Der Eckzahn des Oberkiefers ist ungemein kräftig und stark verlängert; die Schmelzleiste, welche an der labialen und lingualen Seite abwärts zieht, ist deutlich gezähnt. Die unteren Eckzähne waren sehr klein, fast wie die Schneidezähne. Es ist nicht



Fig. 109. **Schädel von *Felis leo.*** Linksseitige Ansicht beider Kieferhälften bei geöffnetem Maule. $^1/_3$ nat. Gr.

recht klar, in welcher Weise das Tier diese langen Eckzähne gebrauchte, da es unmöglich das Maul weit genug öffnen konnte, um nur die Spitze über den Unterkiefer herauszubringen. Das Tier soll nach der am meisten verbreiteten Ansicht mit seinem Unterkiefer die erbeuteten Lebewesen in die Dolchzähne hinein geschoben haben. Vielleicht hat es seine Eckzähne analog den Cerviden zum Schlagen benutzt. Bei einer anderen ausgestorbenen Katze der Gattung *Dinictis* findet man eine größere Zahl von Zähnen als bei den jetzt lebenden Feliden, nämlich im Unterkiefer einen Lückenzahn mehr und einen kleinen Höckerzahn. Die Zahnformel ist hiernach: I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; L $\frac{2}{3}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{1}{1}$; beim Milchgebiß p $\frac{3}{3}$; m $\frac{1}{2}$. *Smilodon* hatte I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{2\,(1)}$; M $\frac{0}{1}$.

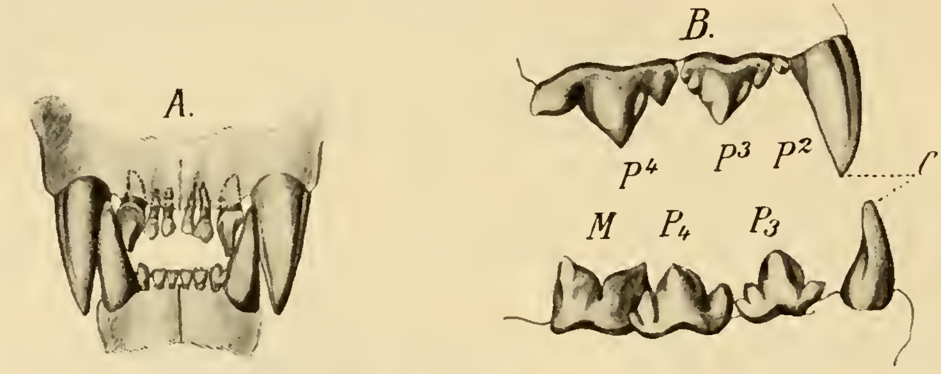


Fig. 110. **Das Gebiß von** *Cynailurus*. A Aeußere Ansicht der Schneide- und Eckzähne, bei geöffneten Kiefern. B Aeußere Ansicht der Eck- und Backzähne der rechten Kieferhälfte.

Cope, der eine reiche Anzahl ausgestorbener Feliden beschreibt, generalisiert ihre verschiedenen Zahncharaktere folgendermaßen: 1. Die reduzierte Anzahl der Molaren. 2. Die bedeutendere Größe der oberen Canini. 3. Die geringere Größe der unteren Canini. 4. Die konische Form der Schneidezähne. 5. Die Vermehrung durch einen scharfen Lobus an der vorderen Basis der oberen sektorialen Zähne. 6. Die Obliteration des inneren Tuberkels der unteren sektorialen Zähne. 7. Das Verschwinden des Talons an diesen. 8. Die Bildung eines unteren Vorsprunges am latero-anterioren Winkel der Vorderseite des Ramus mandibulae. 9. Die Bildung scharfer Lobi auf dem hinteren Rande der großen Prämolaren.

Hyaenidae, Familie der Hyänen, mit der typischen Gattung *Hyaena*, spezialisiert ihr Gebiß mit der Formel: I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{3}$; M $\frac{1}{1}$ resp. L $\frac{3}{3}$; R $\frac{1}{1}$; H $\frac{1}{0}$. Der 4. obere Prämolar und der 1. untere Molar prävalieren, während der 2. Molar in beiden Kiefern schwindet und der 1. obere Molar rudimentär wird. Milchgebiß: i $\frac{3}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{3}$. Diese Familie bildet in ihrer ganzen Erscheinung sowohl als auch im Gebisse den Uebergang von den Feliden zu den Kaniden. Von ersteren unterscheiden sie sich vor allem durch die größere Dicke aller Zähne, durch die schwach komprimierten kegelförmigen Kronen der vorderen Backzähne, deren Zahl in beiden Kiefern um einen erhöht ist, durch den starken Innenhöcker am oberen Reißzahne und den hinteren basalen Ansatz am unteren Reißzahne. Der Kiefer ist kurz und kräftig, die Eckzähne stehen weit voneinander ab und sind im

Verhältnis zu den anderen Zähnen nicht so lang wie bei den Feliden. Von den kurzen kräftigen Schneidezähnen ist der äußerste etwas eckzahnähnlich. Die Prämolaren sind kräftig, spitzig, mit stark ausgebildetem Cingulum; letzteres ist dazu bestimmt, das Zahnfleisch zu schützen, wenn das Tier die Knochen abbricht und zerbeißt. Die oberen Zähne werden nach hinten zu größer und der vierte ist ein wohl entwickelter Reißzahn mit Schneide und Innenhöcker. Der untere Reißzahn, der 1. Molar, hat stets einen hinteren basalen Ansatz und daneben oft einen zitzenförmigen kleinen Höcker. Der einzige obere Molar ist quergestellt und rudimentär. Die verschiedenen Arten von *Hyaena* differieren durch die verschiedene Stärke des Gebisses im allgemeinen, durch die Form des Reißzahnes und die Entwicklung

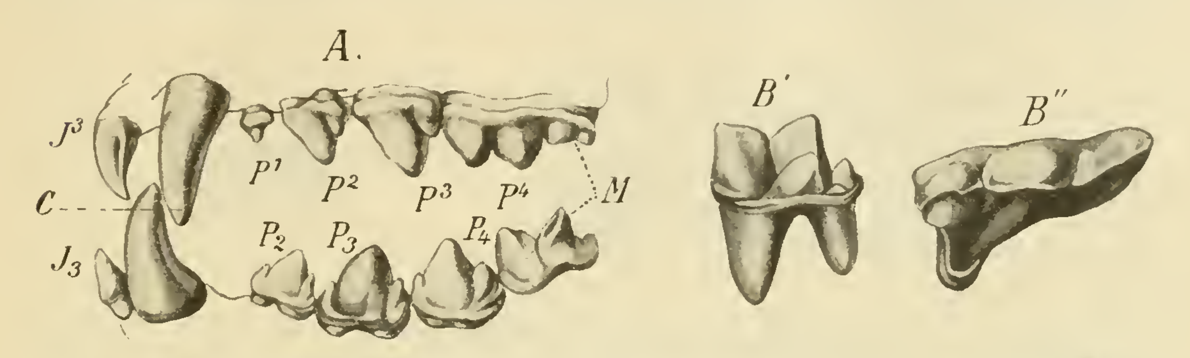


Fig. 111. A **Seitenansicht der linken Zahnreihen von** ***Hyaena striata.*** $^1/_2$ nat. Größe. Das stark entwickelte Cingulum an den unteren Backzähnen ist deutlich sichtbar. B' **Der untere Reißzahn mit dem Cingulum,** B'' **der obere Reißzahn.**

des oberen Molaren, der dreiwurzelig und beständig ist, während derselbe bei anderen hinfällig wird. Bei *Proteles Lalandii*, Erdwolf, I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{3}$; M $\frac{1}{1}$, sind die Prämolaren und Molaren vollständig verkümmert und stehen weit auseinander. Die bei älteren Tieren stark abgenützten Schneidezähne sind wie die Eckzähne ziemlich entwickelt. Die Milchzähne $\left(m\ \frac{3}{3}\right)$ sind, ebenso wie die permanenten Backzähne, rudimentär. Bei *Hyaena striata* (Fig. 111) sind die etwas kleineren Zähne alle mehr schlank und weniger kräftig als bei den meisten anderen Arten. Der Reißzahn des Oberkiefers zeigt drei gleich breite Zacken, während der untere Reißzahn am hinteren Rande einen gut entwickelten Basalhöcker mit einem akzessorischen Nebenhöcker an der inneren Seite hat. Während bei dieser Art der obere dreiwurzelige Molar beständig ist, zeigt derselbe bei *H. crocuta* Erxl. Hinfälligkeit. *Ictitherium*, aus dem Tertiär Europas, hat die Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$. Die beiden oberen Molaren und der zweite untere zeichnen sich durch bedeutendere Größe aus.

Viverridae, Familie der Zibethkatzen, mit der typischen Gattung *Viverra* (Fig. 112), entfernen sich weit von den Feliden durch die Zahl und auch die Anordnung der Höcker und Zacken ihrer Backzähne, worin sie den Kaniden am nächsten stehen; ihr raubgieriges Naturell nähert sie jedoch den Feliden, überhaupt den typischen Karnivoren, durch die dünnen und schärferen Schneiden ihrer Prämolaren und die verhältnismäßig größere Länge und Schärfe der Eckzähne. Die Zahnformel ist für diese Familie I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{2}{2}$ resp. L $\frac{3}{4}$;

R $\frac{1}{1}$; H $\frac{2}{1}$. Das Milchgebiß = i $\frac{3}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{3}$. Die kleinen Schneidezähne nehmen in beiden Kiefern von innen nach außen an Größe zu. Die schlanken Eckzähne sind komprimiert, wenig gekrümmt, mit schneidender Kante, der obere lang und dünn, der untere kurz und dick. Die Lückzähne haben eine verdickte Basis und einen komprimierten schlanken scharfspitzigen Hauptkegel. Der obere Reißzahn zeigt meist nur einen schief nach hinten geneigten Hauptzacken und einen starken Innenhöcker. Der untere Reißzahn besitzt nicht weniger als 6 scharfspitzige Höcker, hat aber nicht den typischen Charakter eines Reißzahnes. Die beiden oberen Molaren sind kanidenartig, der zweite relativ größer. Die Molaren einiger Viverriden erinnern mehr an die Charaktere der Insektivoren als an

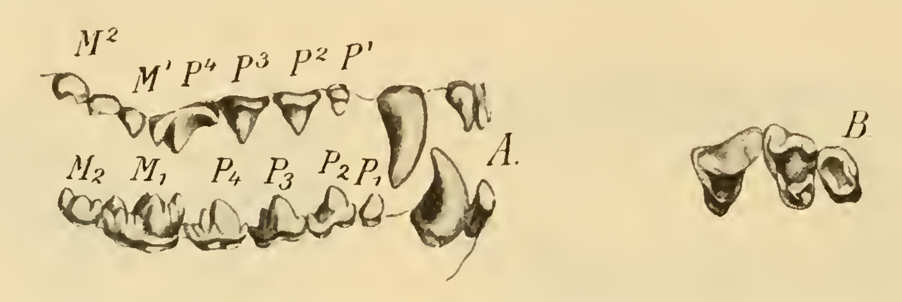


Fig. 112. A **Die Zähne der rechten Kieferhälfte von** *Viverra civetta*. B **Kauflächen des oberen Reißzahnes und der beiden tuberkulo-sektorialen Molaren.**

die der wirklichen Karnivoren. Es gibt aber auch Viverriden, die durchaus nicht zu den Karnivoren gehören und die von Früchten, Eiern usw. leben, wie z. B. der *Paradoxurus musanga*, der Musang, dessen Zähne den karnivoren Charakter fast ganz verloren haben, durch den abgerundeten Talon der oberen Backzähne und durch ihren unbedeutenden schneidenden Charakter. Dieses Tier bildet das äußerste Glied dieser Familie, indem bei ihm die schlanken scharfen Zacken der Zahnkronen in kurze dicke Kegel umgestaltet sind und die Reißzähne sich den echten Molaren nähern. Der erste einwurzelige Lückenzahn ist in beiden Kiefern sehr klein. *Eupleres* Doyère zeichnet sich durch Reduktion des Gebisses aus, indem die Eckzähne klein, die vordersten Prämolaren kaniniform, die übrigen Prämolaren molariform sind. Diese Gattung wurde deshalb früher zu den Insektivoren gerechnet.

Viverricula Hodgs. charakterisiert sich durch die scharfe Krone der Backzähne, durch gut entwickelte M_1 M_2. Den scharfen Talon der oberen Backzähne hat diese Gattung gemeinsam mit *Linsang* Gray, bei dem M^2 geschwunden ist. Abweichend von diesen Viverrinen ist *Cryptoprocta*, die früher zu den Feliden gerechnet wurde, wegen des Gebisses I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{3}$; M $\frac{1}{1}$; von denen auch P^1 klein und rudimentär ist, während P^4 und M_1 sehr groß sind und einen scharfen Kamm haben; auch der Schädel ist felidenartig, ebenso wie der hinfällige und schräg gestellte obere Molar.

Herpestes ichneumon, Pharaonsratte, mit der Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{2}{2}$, unterscheidet sich von Viverra durch die häufigere Verkümmerung des ersten Lückenzahnes, die beträchtliche Dicke der übrigen, die Entwicklung eines Innenhöckers am letzten Prämolaren des Oberkiefers, wodurch derselbe dem Reißzahn ähnlich wird.

Den Fissipediern nahe verwandt sind die von Cope als **Kreodonten** (Urfleischfresser) bezeichneten Reste alttertiärer Säugetiere. Dieselben waren lange Zeit den Raubbeutlern angereiht trotz des sonst für die Marsupialier charakteristischen Mangels des eingebogenen Unterkiefer-Eckfortsatzes, bis Cope schließlich nachwies, daß nicht nur der hinterste, sondern alle vor den Molaren stehenden Backzähne einem Wechsel unterworfen sind. Auf das vollständige Milchgebiß folgte das permanente: I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, ohne Reißzähne und mit großen Eckzähnen; die unteren drei Molaren ungefähr gleich groß, während bei rezenten Karnivoren M_1 groß ist oder groß war und $M_{2.3}$ rückgebildet sind. Den Karnivoren stehen diese Tiere, die eine lange Schnauze und ein vollständiges Gebiß mit 7 Backzähnen in jeder unteren und oberen Kieferhälfte besitzen, nach Schädelbau und Zahnformen am nächsten. Dennoch herrschen verschiedene Zahncharaktere zwischen beiden Gruppen. Merkwürdigerweise sind die ältesten Formen, wie *Arctocyon,* nicht ausgesprochene Fleischfresser, sondern Omnivoren mit Höckerzähnen. Bei den Karnivoren ist nur ein einziger unterer Molar als Reißzahn ausgebildet, die nachfolgenden hinteren Molaren sind aber in verschiedener Weise reduziert oder ausgefallen; bei den Kreodonten dagegen sind alle unteren Molaren Reißzähne, von denen der letzte am meisten differenziert sein kann. Dementsprechend sind auch die oberen Molaren mit trituberkulärem Bau, mit Ausnahme des letzten, gleich kräftig entwickelt. Die Zahl der Schneidezähne ist in der Regel $\frac{3}{3}$, kann aber auch reduziert sein.

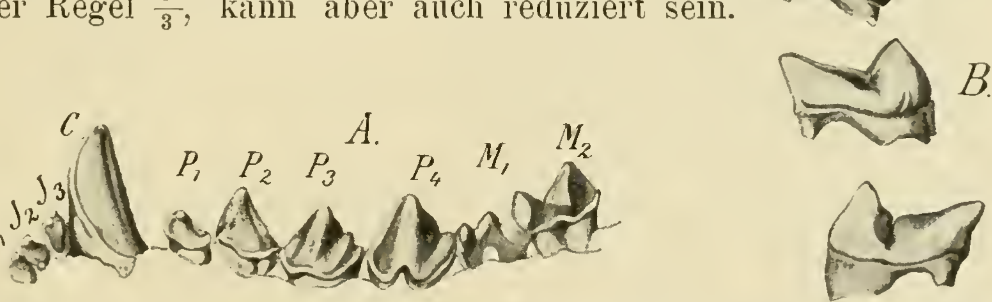


Fig. 113. A **Innenansicht der rechten Hälfte der unteren Zahnreihe von *Hyaenodon*.** Der M_3 fehlt, er ist dafür bei B von drei Seiten besonders gezeichnet.

Das Milchgebiß ist vollständig. Zu den Kreodonten gehört auch *Hyaenodon* (Fig. 113), das die erwähnte typische Säugetierbezahnung besaß. Alle Zähne hatten die Form des Reißzahnes. Aber die sehr lange Form der Kiefer widerspricht nach Tomes der Annahme, daß dieses Tier ein reiner Karnivor gewesen ist. *Palaeonictis* ist ein kurzschnauziges Tier mit reduziertem Gebiß, von welchem P^4 und M_1 als Reißzahn ausgebildet sind, während die übrigen M $\frac{2}{2}$ reduziert erscheinen. Von anderen Tieren gehören hierher *Pterodon dasyuroides*; *Amphictis* Pom. mit $\frac{3.\ 1.\ 4.\ 2}{3.\ 1.\ 4.\ 2}$; *Arctocyon primaevus; Proviverra typica; Temnocyon* zeichnet sich durch den schneidenden Talon der unteren Molaren aus. *Stypolophus viverrinus,* mit dem Gebiß $\frac{3.\ 1.\ 4.\ 3}{3.\ 1.\ 4.\ 3}$ und tuberkulo-sektorialen Backzähnen, die an Insektivoren und karnivore Marsupialier erinnern. *Mesonyx ossifragus* gehört auch hierher.

2. Unterordnung: **Pinnipedia.**

Das Gebiß dieser im Wasser lebenden Raubtiere schließt sich der Bezahnung der Fissipedier an; es unterscheidet sich vom echten Karnivorengebiß durch den Mangel des Reißzahnes'; das Milchgebiß ist rudimentär und wird, ohne daß dasselbe in Funktion tritt, schon frühzeitig rückgebildet und somit Monophyodontie angebahnt. Die Form der Backzähne ist sehr vereinfacht, selten kegelförmig, meist seitlich komprimiert mit Schneide- und Nebenspitzen. In der Regel sind 4 Prämolaren und 1—2 Molaren vorhanden, die nie mehr als zwei Wurzeln zeigen und die — mit Ausnahme von Trichechus — stets eine schmale schneidende Krone mit scharfen Zacken haben (bis auf vier). Sie kommen dadurch den trikonodonten Zähnen nahe. Diese Form ist aber nicht primitiver Art, sondern nur sekundäre Trikonodontie infolge von Rückbildung; deshalb sind auch niemals Reißzähne vorhanden.

Die Zahnformel der Pinnipedier ist höchstens $I\,\frac{1.\,2.\,3}{0.\,2.\,3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P + M\,\frac{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6}{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6}$. In der Regel fehlt ein Molar. Außerdem tritt noch Reduktion innerhalb der Schneidezähne ein bis auf $I\,\frac{2.\,3}{2.\,3}$ (Ogmorhinus) oder $I\,\frac{2.\,3}{0.\,3}$ (Cystophora).

Charakteristisch für die Bezahnung dieser Unterordnung ist auch das wechselnde Zahlenverhältnis der Backzähne. Bisweilen fehlen einzelne, noch häufiger sind überzählige vorhanden, entweder innerhalb der Zahnreihe oder an deren Ende (Leche). Sicher deutet dies auf die verhältnismäßige Jugendlichkkeit der Reduktion, die dem Monophyodontismus und der Homodontie zustrebt, denn auch das Milchgebiß ist in Rückbildung begriffen. Soweit die Milchzähne verkalkt sind, stimmen sie der Zahl nach mit der jeweiligen Zahl der Schneide- und Eckzähne überein. Bei den Phociden erreichen sie die bedeutendste Größe und fallen erst nach der Geburt aus. Dies findet aber auch bei verschiedenen Species von *Phoca* statt. Bei *Macrorhinus* wird das ganze Milchgebiß vor dem Durchbruch resorbiert. — Die Schneidezähne, wenigstens im Unterkiefer, sind bei den Pinnipediern reduziert. Es lassen sich hinsichtlich der Bezahnung zwei Gruppen aufstellen, die Familie der Seehunde und der Walrosse.

Phocidae s. Otariidae, Familie der Seehunde und Ohrenrobben, weist die Formel auf: $I\,\frac{1.\,2.\,3}{0.\,2.\,3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P + M\,\frac{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,6}{1.\,2.\,3.\,4.\,5.\,0}$; M^2 kann fehlen. Die Vorderzähne sind meißelförmig. Der Unterkiefer zeigt jederseits einen wenig hervorspringenden Eckzahn und spitzzackige Backzähne, von denen einer oder zwei Molaren sind, Das Milchgebiß ist vollständig, mit länger aushaltenden und größeren Zähnen, als sonst bei den Pinnipediern. *Phoca,* Seehund, hat $I\,\frac{3}{2}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{4}{4}$; $M\,\frac{1}{1}$. Die Schneidezähne sind einfach, komprimiert zylindrisch, die äußersten sind die größten. Die Eckzähne sind kegelförmig, bisweilen hakig und mit schneidenden Kanten versehen, stark gekrümmt und mit kräftiger Wurzel. Hinter dem Eckzahn folgt eine Reihe von zusammengedrückten mehrspitzigen Backzähnen, von denen mit Ausnahme des ersten jeder einen mittleren Haupthöcker und vor und hinter diesem noch einen kleinen Nebenhöcker hat. Der 1. Backzahn ist einwurzelig, die übrigen sind zweiwurzelig. Bei den verschiedenen Gattungen ändert sich die Form der Kronen. Bei

einigen sind die Spitzen etwas größer, weit voneinander abstehend und zurückgebogen, während bei anderen, wie *P. groenlandica,* die akzessorischen Höcker zahlreicher sind und den Zähnen ein eigenartiges Aussehen geben. Bei *P. vitulina* fallen die großgeformten Milchzähne bei der Geburt, auch schon früher aus; die Mehrzahl der Milchzähne durchbricht überhaupt nicht das Zahnfleisch. *Halichoerus grypus,* Utzel (Fig. 114) hat dieselbe Formel wie Phoca, aber nur die letzten beiden Backzähne sind zweiwurzelig, die anderen





Fig. 114. Fig. 115.

Fig. 114. **Rechte untere Kieferhälfte von *Halichoerus grypus,*** mit den vorderen drei einwurzeligen und den zwei hinteren zweiwurzeligen Backzähnen.

Fig. 115. **Die linke Unterkieferhälfte von *Ogmorhinus* s. *Leptonyx Weddelli.*** Zur Demonstration der sekundären Trikonodontie von P_{1-4} und M_1.

drei einwurzelig. Auch kann nach Nehring ein überzähliger Molar auftreten, und die Backzähne sind einspitzig. Die kräftigen Hauptkegel zeigen eine schwache Rückwärtsbiegung, sind vorn und hinten gekantet und längsgestreift. Die Eckzähne sind ebenso gekantet und zugespitzt, die Schneidezähne spitz und gebogen, der äußere obere sehr stark. *Ogmorhinus* s. *Leptonyx monachus,* Mönchsrobbe (Fig. 115), besitzt in beiden Kiefern nur I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{1}{1}$; die 5 Backzähne sind mit mehreren Zacken versehen und bieten eine markante Form sekundärer Trikonodontie. Bei *Cystophora cristata,* Mützenrobbe, sind die Incisivi auf $\frac{2}{1}$ reduziert; es befindet sich im Unterkiefer jederseits nur ein Schneidezahn und zwei im Oberkiefer; die Eckzähne sind groß, die Backzähne klein, gerunzelt, plump-kegelförmig mit schneidenden Leisten, verdickter Kronenbasis und einfacher dicker,



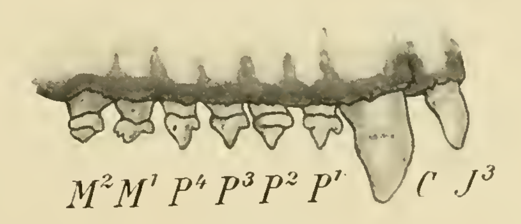


Fig. 116. Fig. 117.

Fig. 116. **Die drei letzten oberen Backzähne mit den verdickten (freigelegten) Wurzeln von *Cystophora proboscidea.*** $^2/_3$ nat. Gr.

Fig. 117. **Rechtsseitige obere Zahnreihe von *Otaria ursina.***

durch eine seichte Längsfurche geteilter Wurzel. Die Zähne ähneln denen der Cetaceen. Bei *C. proboscidea,* Seeelefant (Fig. 116), sind die Eckzähne sehr groß, die Schneidezähne spitz. Die Wurzeln der drei letzten Backzähne sind außerordentlich dick. Die Milchzähne sind ganz rudimentär. *Otaria* (Fig. 117) repräsentiert die Gruppe der

Ohrenrobben, schließt sich in der Zahl der Schneidezähne $\left(\frac{3}{2}\right)$, in der Gestalt der Eckzähne und durch die dreizackigen Kronen der Backzähne an Phoca enger an als an Cystophora. Diese Gattung zeigt das vollständige Gebiß: I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{6}{6}$; M_2 kann fehlen. Die Backzähne haben einfache Wurzeln. Die oberen äußeren Schneidezähne sind groß und eckzahnartig, die mittleren kleiner und durch eine Furche gespalten, die unteren klein und abgestutzt; die Zähne sind, wie bei vielen anderen Robben, sehr stark abgenutzt und außerdem zeigen sich, vom Zahnhalse beginnend, Erosionen, bei denen tatsächlich keine Reibung stattfinden kann, so daß starke Aushöhlungen sichtbar werden. Die Milchzähne bleiben nur einige Wochen, aber bei den meisten anderen fallen sie schon zur Zeit der Geburt aus.

Trichecidae, Familie der Walrosse, eine etwas anomale arktische Familie, deren Gebiß am vollständigsten ist und die größten Formen aufweist. Der einzige Repräsentant ist *Trichechus rosmarus s. Odobaenus,* Walroß. Das Milchgebiß hat i $\frac{3}{0}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{3}$. Der Verlust von $\frac{1}{1}$ Backzähnen erklärt sich durch das unter Karnivoren überhaupt ganz abweichende Verhalten der oberen Canini (Stoßzähne), die lange Zeit von persistenter Pulpa aus wachsen. Das Gebiß des jungen Tieres ist I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{5}{4}$ und später I $\frac{2\ (1)}{2\ (0)}$; C $\frac{1}{0}$; B $\frac{3\ (4)}{3\ (4)}$, oder nach anderen Autoren I $\frac{1}{0}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{5}{5}$ oder I $\frac{1}{0}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$ (Flower). Der untere Schneidezahn, der bei allen Karnivoren der kleinste ist und ausnahmsweise verschwindet, geht derart zurück, das er meist ausfällt. Die Eckzähne des Oberkiefers sind in außerordentlich lange, etwas gekrümmte Stoßzähne verwandelt und reichen bis zum Unterkiefer herab; durch ihre Länge wird sogar die Form des Schädels bedeutend modifiziert. Sie wachsen von offenen Pulpen aus und bestehen aus Dentin mit einer dünnen Zementbekleidung. Außer diesen Hauern besitzt das Tier eine Reihe von 4—5 kleinen einfachen Zähnen, die aber bis zum Niveau des Zahnfleisches abgenutzt sind. (Fig. 118). Von diesen Zähnen steht der eine noch innerhalb der Basis des Eckzahnes im Zwischenkiefer und muß als Schneidezahn betrachtet werden. Nach Tomes ist es fast nicht möglich, für das Walroß eine Zahnformel aufzustellen, denn nach vorn von dem einzeln stehenden Schneidezahn sind oft 2 Alveolen von 2 Zähnen vorhanden, die man aus verschiedenen Gründen nicht als Milchzähne, sondern als permanente Zähne auffassen muß, die aber früh ausfallen; außerdem stehen öfter hinter den Backzähnen noch kleinere Zähne, die rudimentäre permanente Zähne zu sein scheinen. Von Milchzähnen sind vier in jedem Kiefer nachgewiesen worden, sie sind rudimentär, fallen zur Zeit der Geburt aus und entsprechen den später entwickelten bleibenden Zähnen.



Fig. 118. **Die oberen (5) Zähne mit dem Stoßzahn von *Trichechus rosmarus*.** Innere (palatinale) Ansicht.

8. Ordnung: **Rodentia s. Glires, Nagetiere.**

Bei dieser Tiergruppe vereinigt sich große Uebereinstimmung in der äußeren Erscheinung mit einer äußerst charakteristischen Bezahnung, welche der Ernährungsart angepaßt ist. Mit Ausnahme einiger Leporiden sind 4 kräftige meißelförmige, etwas gekrümmte Schneidezähne vorhanden, die ziemlich groß sind, keine Wurzeln entwickeln und von offenen Pulpen wachsen, und zwar geschieht das Wachstum in dem gleichem Maße, als diese Zähne beim Nagen abgenutzt werden. An ihrer vorderen Fläche sind diese sogenannten Nagezähne mit Schmelz überzogen. Diese Fläche widersteht deshalb der Abnutzung mehr, während die Rückfläche sich schneller abschleift, um so mehr, als die Einrichtung des Kiefergelenkes die Verschiebung des Unterkiefers von hinten nach vorn notwendig macht. Meist ist jederseits ein Schneidezahn im Zwischenkiefer und im Unterkiefer vorhanden. Nur bei den Leporiden ist noch ein weiterer kleiner Schneidezahn im Praemaxillare beiderseits charakteristisch. Die Länge und Krümmung der Nagezähne verhindern einen direkten Druck auf die wachsenden Pulpen, welche deshalb tief hinten im Kiefer liegen; bei manchen Arten z. B. findet sich das offene Ende des Schneidezahnes hinter dem letzten Molar. Der Nerv, der diese Pulpen versorgt, ist nach Tomes sehr groß, und da das offene Ende des Zahnes vorher eine mehr nach vorn geneigte Lage im Zahne einnahm, so verläuft er unterhalb des letzteren nach vorn und biegt sich plötzlich nach hinten, um zur Zahnpulpa zu gehen. Die Schneidezähne endigen in eine Schneidefläche, deren Schärfe durch die eigentümliche Lagerung der Zahngewebe stets beibehalten wird. Wie schon erwähnt, ist Schmelz nur an der Vorderfläche der Nagezähne vorhanden, und zwar ist er hier am dicksten, während die Seitenflächen nur dünnen Schmelzüberzug besitzen und die Rückfläche bloß Dentin zeigt. Wenn der Zahn abgenutzt wird, so bleibt der Schmelz stets über dem Niveau des Dentins, wodurch die scharfe Schneide entsteht; zudem ist das Zahnbein an der vorderen Fläche viel härter. An der hinteren Fläche des Zahnes findet sich eine dünne Zementlage, die sich jedoch nicht über den Schmelz fortsetzt. Eckzähne sind bei den Nagern nicht vorhanden, und nach den Schneidezähnen folgen in weitem Abstand die Backzähne (Fig. 119), die ursprünglich brachydont, bunodont und lophodont sind, aber hypseledont und faltig werden können; sie sind bald höckerig, bald schmelzfaltig, haben häufig keine Wurzeln und zeigen deshalb unbeschränktes Wachstum. Treten diese Zähne in Funktion, so zieht das Tier den Unterkiefer so weit zurück, daß die Reibung der Schneidezähne verhindert wird, schiebt aber beim Kauen, der Lage der Querleisten entsprechend, den Unterkiefer in der Längsrichtung nach vorn. Bei den Omnivoren sind die hinteren Zähne in der Krone mit Schmelz überzogen, der aber nirgends tiefe Falten bildet; die Molaren der Ratten haben sogar eine gewisse Aehnlichkeit mit kleinen menschlichen Molaren. Bei älteren Tieren ist der Schmelz an der Kaufläche abgenutzt und diese besteht dann aus einer inneren Dentinlage, die von einem Schmelzringe umgeben ist (Tomes). Bei solchen Nagetieren, die auf eine härtere Nahrung angewiesen sind, wachsen die Schneidezähne und Backzähne von offenen Pulpen, wie bei Capybara, und ihre Kauflächen werden fortdauernd daduch rauh erhalten, daß der Schmelz seitlich tief

in den Zahn hineingeht, wie bei Hypudaeus. Nach Tomes können die Schmelzfalten so tief sein, daß sie vollständige Dentininseln einschließen. Unter den Molaren findet man verschiedene Zwischenformen, bei denen die Kaufläche durch Schmelzfalten kompliziert wird, die nicht tief in das Innere gehen und die in einer bestimmten Zeit Wurzeln bilden und zu wachsen aufhören. Die Molaren von unbeschränktem Wachstum sind stets gekrümmt, wie die Schneidezähne, so daß auch hier die Pulpen während des Kauens gegen direkten Druck geschützt sind. Die letzten Reste der Pulpen wandeln sich in sekundäres oder Osteodentin um. In diesem Gewebe finden sich bisweilen, wenn auch nur wenige Gefäßkanälchen, und die Entwicklung des eigentlichen Zahnbeines schreitet fort, bis die Pulpa an diesem bestimmten Punkte fast gänzlich obliteriert ist.

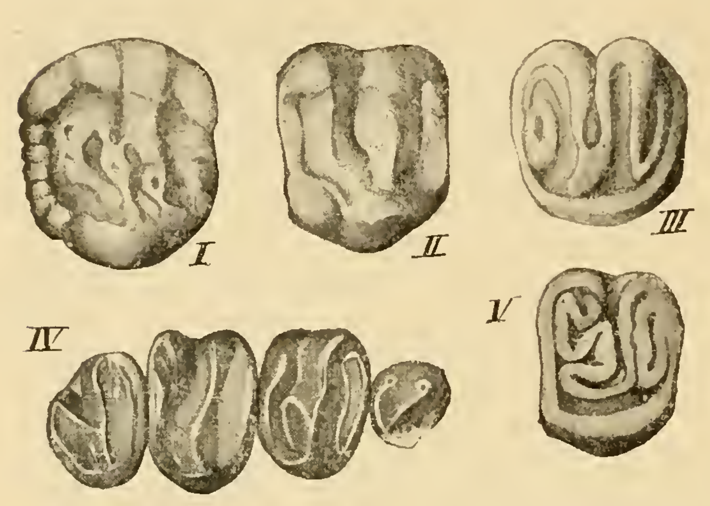


Fig. 119. I **Der 1. obere Molar von *Sciurus indicus*. II Der gleiche Molar von *Sciurus Prevosti*. III Der gleiche von *Xerus laticaudatus*. IV Obere rechte Backzahnreihe von *Nannosciurus concinnus*,** rechts P_4. V **Der 2. obere Molar von *Xerus Isabella*.** Zusammengestellt von Forsyth Major zur Demonstration des multituberkulaten (polybunen) Zustandes von Sciurus indicus. Bei II beginnt transversale Vereinigung der Höcker, gewissermaßen Uebergang der Bunodontie in Lophodontie. Letztere kommt zur vollen Geltung in III und IV und mit Komplikation in V. In allen Figuren liegt die Vorderseite der Zähne rechts.

Die Zahl der Backzähne ist in verschiedenem Maße reduziert, so daß die Zahnformel zwischen zwei Extremen schwankt: $I\frac{2}{1}$; $C\frac{0}{0}$; $P\frac{2}{2}$; $M\frac{3}{3}$ und $I\frac{1}{1}$; $C\frac{0}{0}$; $P\frac{0}{0}$; $M\frac{2}{2}$. Die Formel für die Backzähne stellt sich folgendermaßen: Lepus $P\frac{3}{2}$; $M\frac{3}{3}$, Lagomys $P\frac{3}{2}$; $M\frac{2}{3}$; Sciurus $P\frac{2}{1}$; $M\frac{3}{3}$, Castor $P\frac{1}{1}$; $M\frac{3}{3}$; Sminthus $P\frac{1}{0}$ $M\frac{3}{3}$, Mus $P\frac{0}{0}$; $M\frac{3}{3}$, Hydromys $P\frac{0}{0}$; $M\frac{2}{2}$. Wo die Prämolaren fehlen, fällt zugleich der Zahnwechsel hinweg, wie bei Mus und Hydromys. Die Prämolaren unterscheiden sich nicht wesentlich in ihrer Größe von den wirklichen Molaren. Letztere sind nach der obigen Zusammenstellung meist zu $\frac{3}{3}$ vorhanden; wahrscheinlich sind dieselben im Oberkiefer vom trituberkulären Typus abzuleiten, im Unterkiefer aus tuberkulo-sektorialen Zähnen, wie ja auch die fossilen Tillodontien, die zwar den Nagern nahe stehen und diesen Zahntypus zeigen, analog den Multituberkulaten, sonst aber in ihrer ganzen Form von den Rodentien sich unterscheiden. Bei den geologisch älteren Formen überwiegen solche mit kurzer Zahnkrone und mehrwurzeligen Höckerzähnen, während die jüngeren Species mehr wurzellose Joch- oder Faltenzähne besitzen.

Die Zahl der Milchzähne wechselt vielfach. Waterhouse fand im Schädel eines halberwachsenen Bibers den Milchmolar noch an seinem

Platze, während sie bei den Meerschweinchen schon vor der Geburt und bei den Hasen am 18. Tage nach der Geburt ausfallen. Außer diesen beiden Species fand man in keiner anderen Gruppe Milchschneidezähne. — Ueber den Verlauf der Schmelzprismen der Nagetierzähne vide p. 80.

Man kann die Nagetiere in zwei nicht unbeträchtlich verschiedene Gruppen teilen: Duplicidentaten und Simplicidentaten. Bei den Duplicidentaten stehen außer den beiden Schneidezähnen noch ein weiterer ebenfalls wurzelloser kleinerer Schneidezahn jederseits im Praemaxillare mit deutlichen Vorgängern im Milchgebisse. Alle Schneidezähne sind mit Schmelz bedeckt, der auf der Rückfläche nur schwach ausgebildet ist, während bei den Simplicidentaten in jedem Kiefer nur ein wurzelloser gebogener, nur an der Fazialseite mit Schmelz bedeckter Incisivus vorhanden ist.

Cope kam aus paläontologischen Gründen zu dem Schluß, daß der untere Nagezahn der 2. Incisivus sei. Nach Adloff bestätigt sich dies auch für den oberen. Der untere 1. Incisivus kommt nur noch ganz vorübergehend zur Anlage als Milchzahn. Der obere Nagezahn, der 2. Incisivus, hat aber keinen Vorgänger mehr im Milchgebiß. — Entsprechend der starken Abnutzung der Nagezähne ist permanentes Wachstum vorhanden. Demzufolge ist die Zahnpapille groß und persistierend; ebenso das Schmelzorgan, das den Nagezahn zwar vollkommen einschließt, aber nur an der Labialseite als solches funktioniert (mit Ausnahme der Leporiden, wo auch die Lingualseite einen, wenn auch nur schwachen, Schmelzüberzug zeigt). Diese einseitige Schmelzablagerung, zusammen mit der Form der Alveolen und der Lage der Pulpa, bedingt die charakteristische Krümmung der Nagezähne, während ihre Meißelform durch die gegenseitige Abnutzung entsteht; sistiert die letztere, so wächst solch ein Zahn zu spiralförmiger Kreisform aus und kann unter Umständen in den Schädel hineinwachsen und für das Tier lebensgefährlich werden.

Die Rodentien zeichnen sich durch allgemeine Unterdrückung des Milchgebisses aus, die in verschiedenem Grade sich zeigt. Es können sämtliche Milchprämolaren fehlen oder Fälle eintreten, daß zuerst der 4. Prämolar entwickelt wird und nach seinem Ausfallen durch den 3. Prämolaren vertreten wird (Cavia). Hier wird ein Zahnwechsel vorgetäuscht, während tatsächlich nur eine zeitliche Verschiebung stattfindet (Weber). Eine Reduktion der Zahl der Molaren kann nach Winge und Major dadurch eintreten (Lagomys), daß allein oben oder auch unten der letzte Molar verschwindet und daß Gebiß folgende Formel erhält: $\frac{P^2\ P^3\ P^4\ M^1\ M^2}{P_3\ P_4\ M_1\ M_2}$. Im funktionierenden Gebisse der Simplicidentaten sind höchstens $\frac{2}{1}$ Prämolaren vorhanden, die man im Oberkiefer als P^3 P^4, im Unterkiefer als P_4 bezeichnen kann. Meist ist aber nur je ein Prämolar vorhanden $\left(\frac{1}{1}\right)$, die bei den Muriden ganz ausfallen, so daß das Gebiß einen fast monophyodonten Charakter annimmt und nur $\frac{3}{3}$ Molaren übrig bleiben. Bei Hydromys und Xeromys sind die Molaren auf $\frac{2}{2}$ reduziert, und das ganze Gebiß zeigt nur 12 Zähne. Nach Major beginnt die eintretende Reduktion meist im Unterkiefer, so daß Formeln für die Backzähne wie $\frac{6}{5}$, $\frac{5}{4}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{3}{3}$, $\frac{2}{2}$ vorkommen, aber niemals mit der höheren Zahl im Unterkiefer.

Einen Unterschied zwischen Duplicidentaten und Simplicidentaten bilden auch die Backzahnreihen in toto. Für die oberen Backzähne ist der Abstand derselben größer als im Unterkiefer, ebenso erhöht sich die Kaufläche lingualwärts. Bei den Siplicidentaten dagegen — ausgenommen Phascolomys Wombat — zeigen die oberen Backzahnreihen einen kleineren Zwischenraum als im Unterkiefer, während die Kauflächen bukkalwärts erhöht sind.

Was die Zahnform betrifft, so plädieren Schlosser, Scott u. a. dafür, daß der Ursprung derselben vom trituberkularen resp. vom trigonodonten Zahn ausgeht, wobei der Talon verschiedenartig entwickelt ist, je nach der Bewegungsart der Kiefer und der Nahrungsweise des Tieres. Diese Hypothese hat die meisten Anhänger, während Forsyth Major, der allerdings auch im hypselodonten Zahn eine bei verschiedenen Gruppen wiederholt erfolgte Umwandlung der brachydonten Zahnform anerkennt, letztere aber von einem polybunodonten Zahne ableitet, analog den Zähnen der fossilen Multituberkulaten. Durch überwiegende Entwicklung von zwei bis drei Tuberkeln an der Bukkalseite der oberen Zähne bezw. der Lingualseite der unteren Zähne erfolgte dann weitere Spezialisierung solcher polybunodonten Zahnformen. Während an der Bukkalseite eines unteren Backzahnes ein Höcker prävalierte, wurde sekundär eine trigonodonte Form erzielt; durch transversale Vereinigung entstand daraus ein lophodonter Zahn, der schließlich weitere Komplikationen durchmachte (Fig. 119).

Das Squamosum zeigt große Verschiedenheit; die Form seiner Gelenkfläche für das Kiefergelenk gestattet stets ein Hin- und Hergleiten der Mandibula von vorn nach hinten, entsprechend der Nagefunktion. Die Ausgiebigkeit dieser Vor- und Rückwärtsbewegung ist aber eine sehr verschiedene. Der Unterkiefer zeigt auch charakteristische Eigentümlichkeiten, die mit der Ausbildung der unteren Schneidezähne und der Entfaltung der eigentlichen Kaufunktion zusammenhängt. Am meisten fällt die Beweglichkeit der beiden Unterkieferhälften gegeneinander auf. Die Incisivi können ihre Alveolen bis zum Kondylus ausdehnen, der meist schmal und nach hinten verlängert ist, entsprechend der schon erwähnten Gleitbewegung der Mandibula; seine Höhe ist, wie die des Proc. coronoïdeus eine sehr verschiedene, ebenso wie die Form des Angulus mandibulae, der stets zu einem Proc. angularis ausgebildet ist (Weber).

Zur Gruppe der Duplicidentaten gehören die Leporiden, während alle anderen Familien der Rodentien den Simplicidentaten zugerechnet werden.

Leporidae, Familie der Hasen, repräsentiert durch die Gattung *Lepus* (Fig. 120), hat die Formel: I $\frac{2}{1}$; C $\frac{0}{0}$; B $\frac{6\,(5)}{5\,(5)}$ resp. P $\frac{3}{2}$; M $\frac{3}{3}$. Im Zwischenkiefer hinter den Nagezähnen stehen oben zwei hintere akzessorische Schneidezähne mit deutlichen Milchvorgängern. Die Schneidezähne des Unterkiefers erstrecken sich bis an das vorderste Ende der Backzahnreihe. Alle Incisivi sind mit Schmelz umgeben, der auf der Rückfläche aber sehr schwach deckt. *L. timidus*, Hase, $\frac{P2\ P3\ P4}{P_3\ P_4}$, *L. cuniculus*, Kaninchen, weichen in ihrem Gebisse sonst nicht ab. *Lagomys alpinus*, Alpenpfeifhase, hat die Formel I $\frac{2}{1}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{3}{2}$; M $\frac{2}{3}$; er besitzt oben also nur fünf Backzähne und der letzte der oberen Reihe verkümmert mehr als bei Lepus. Bei *Prolagus*

sind nur $\frac{2}{2}$ M vorhanden, indem auch der untere 3. Molar verloren ging (bei Lagomys der obere 3. Molar). — Die Zähne sind bei allen Leporiden wurzellos und stellen lamellöse Formen (Blätterzähne) vor; sie bestehen aus zwei mit Schmelz bekleideten Dentinzylindern, die durch Zement verkittet sind. Nach Hensel ist aber nur ein Zylinder vorhanden, der eine tiefe Schmelzfalte zeigt, der an den oberen Molaren von innen her eindringt und mit Zement gefüllt ist; so entstehen quere Schmelzbänder. Nach der von Major oben beschriebenen Theorie wird die Krone allmählich hypselodont, das Tal füllt sich mit Zement und bei Verlust der Wurzel findet gleichzeitig von der persistenten Pulpa aus beständiges Wachstum statt. Die Verlängerung der Krone begann oben an der Innenseite, unten an der Außenseite derselben entsprechend der stärkeren Abnützung, die wieder Folge des hier herrschenden stärksten Druckes ist. Dies steht auch damit in Verbindung, daß, im Gegensatz zu den Simplicidentaten, bei den Duplicidentaten der Abstand der oberen Zahnreihen größer ist als derjenige der unteren Reihen und daß beim Kauen eine transversale Gleitbewegung der Zahnreihen aufeinander erfolgt (Weber). Dementsprechend ist die Gelenkgrube breit und gestattet seitliche Verschiebung der Mandibula, auch sind die Unterkieferhälften in der Symphyse fest verbunden und der Proc. angularis einfach, wie bei anderen Säugetieren. Bei den Simplicidentaten ist die Gelenkgrube länglich und mehr oder wenig rinnenförmig; dadurch ist Verschiebung der Mandibula von vorn nach hinten ermöglicht und daneben seitliche Rotation jeder Unterkieferhälfte. Der Kondylus ist lang und gestreckt. Fossile Reste der Leporiden treten im Diluvium auf, der älteste gehört dem Obermiozän an: *Titanomys,* der sich durch dicke unregelmäßige Lamellen auszeichnet.

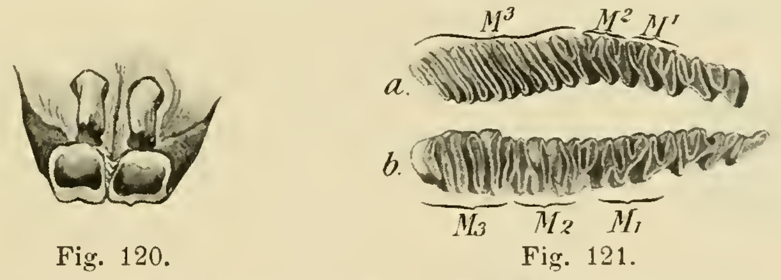


Fig. 120. Fig. 121.

Fig. 120. **Praemaxillare von *Lepus timidus*.** × 1½

Fig. 121. **Backzahnreihe beider Kiefer mit den Kauflächen von *Hydrochoerus capybara*.** (Junges Exemplar.) a obere, b untere rechtsseitige Reihe. ⅓ nat. Gr.

Subungulata, Familie der Halbhufer, mit $\frac{4}{4}$ Backzähnen. *Coelogenys paca* hat bräunlich gefärbte Nagezähne mit stark gewölbter Vorderfläche. Die großen Backzähne sind oben und unten hauptsächlich von innen gefaltet und haben Wurzeln. *Dasyprocta aguti,* Goldhase, zeigt Nagezähne von beträchtlicher Dicke, vorn fast flach und glatt, die oberen rot, die unteren gelb gefärbt. Die Backzahnfalten bilden bei weiterer Abnützung Inseln. *Hydrochoerus capybara,* das Wasserschwein (Fig. 121), das größte jetzt lebende Nagetier, mit großen wurzellosen Backzähnen, unterscheidet sich durch seine lamellierten Backzähne von den gefalteten Zähnen der vorigen Gattungen. Von den oberen vier ist der letzte so lang, als die drei ersten zusammen. Diese bestehen aus je zwei unregelmäßigen V-förmigen Lamellen, während der letzte zwölf Lamellen aufweist. Die Nagezähne

sind von geringerer Dicke, aber bedeutender Breite und einer breiten flachen Längsrinne auf der Vorderfläche. *Cavia cobaya*, Meerschweinchen, hat ähnliche Lamellenbildung wie die letzte Gattung. Die Nagezähne zeigen eine vordere glatte und konvexe Seite, verschmälern sich aber nach hinten, so daß ihr Querschnitt dreiseitig erscheint. Die Anordnung der charakteristischen Lamellen ist bei den verschiedenen Arten verschieden (Fig. 122). Cavia cobaya zeigt stark konvergierende wurzellose Backzähne einfach gefaltet, mit Zementabsatz in der Faltung. Sie haben zwei ungleiche Lamellen, von denen die vordere parallele Ränder besitzt, während die hintere dreiseitig und V-förmig gestaltet ist. Bei *C. aperea* sind die beiden Lamellen



Fig. 122. **Lamellenzähne von *Cavia*.** A Die beiden ersten oberen Backzähne von *Cavia cobaya*, B die Backzähne von *C. aperea*, C von *C. bilobidens*, D von *C. rupestris*.

fast von gleicher Breite und weiter voneinander getrennt. *C. bilobidens* besitzt gleich breite dreiseitige Lamellen. *C. rupestris* hat nicht, wie die anderen Species, Falten oder Einschnitte an den Lamellen, sondern die vordere und hintere Seite ist bauchig hervortretend, so daß die dreiseitige Form der Lamellen verschwindet.

Haplodontidae, mit der Gattung *Haplodon* (*Aplodontia* Rich.), hat wurzellose Backzähne, P $\frac{3.\,4}{4}$; M $\frac{1.\,2.\,3}{1.\,2.\,3}$. P^3 stellt einen kleinen Zylinder vor. Die Schmelzbedeckung der Kaufläche ist dünn und nützt sich bald ab.

Hystricidae, Familie der Stachelschweine, mit P $\frac{4}{4}$: M $\frac{1.\,2.\,3}{1.\,2.\,3}$. Die ursprünglichen Höckerzähne haben sich bei den verschiedenen Gattungen wiederholt durch Schmelzfaltung kompliziert. *Hystrix cristata*, die typische Gattung, zeigt den Zahnbau der Castoridae. Die Nagezähne sind schmäler. Die Schmelzfalten verlaufen sehr unregelmäßig auf der Kaufläche und schließen sich schon vor der Abnutzung in Inseln ab (Fig. 123). *Cercolabes prehenselis*, der Kuandu, hat die gleich großen Backzähne von Hystrix, aber regelmäßige Schmelzfaltung. Die Nagezähne gleichen ebenso der ersteren Gattung, sind aber vorn bräunlich gefärbt.

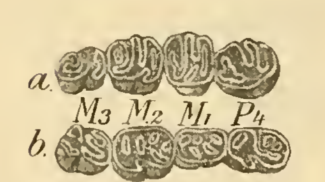


Fig. 123. **Ansicht der Kauflächen beider Backzahnreihen von *Hystrix cristata*.** a obere, untere rechtsseitige Reihe.

Octodontidae, Familie der Trugratten, mit der Gattung *Octodon*, Strauchratte, mit $\frac{4}{4}$, seltener $\frac{3}{3}$ wurzellosen, lamellösen Backzähnen und einer, selten zwei Schmelzfalten. Bei den unteren Zähnen sind die Falten gleichmäßig und der 8-förmige Umfang der Kaufläche regelmäßig. Bei *Myopotamus coypus*, Schweifbiber, haben die starken breiten Nagezähne eine bräunlich rote Vorderfläche. Die vier Backzähne werden von vorn nach hinten zu größer in der Reihe. *Capromys* zeigt Backzähne mit Wurzeln und tiefer Schmelzfaltung. *Ctenodactylus* charakterisiert sich durch fast wurzellose Backzähne, von denen der Prämolar reduziert ist.

Lagostomidae, Familie der Hasenmäuse, mit der typischen Gattung *Eriomys lanigera*, Chinchilla, bildet den Typus einer kleinen Gruppe, deren kurze Nagezähne vorn glatt sind, ohne Furchen, und deren vier Backzähne aus zwei bis drei Querlamellen bestehen. *Lagostomus trichodactylus*, Pampashase, zu dieser Gruppe gehörig, hat zwei Lamellen in jedem Zahne, aber der hintere im Oberkiefer zeigt drei.

Dipodidae, Familie der Springmäuse, mit $\frac{3}{3}$ oder $\frac{4}{4}$ Backzähnen, schließt sich den Oktodontiden an. Der obere Prämolar ist noch vorhanden, wenn auch verkümmert. Die Backzähne haben Wurzeln. *Dipus aegypticus*, Wüstenspringmaus. Die nach hinten an Größe abnehmenden Zähne haben nach außen und innen die charakteristische Falte, welche der Kaufläche die 8-förmige Gestalt gibt. Die unteren Zähne sehen ähnlich aus. Die oberen Nagezähne zeigen eine Längsrinne. Der obere 4. Prämolar ist klein oder fehlt und die Krone der Backzähne ist verhältnismäßig hoch. *Pedetes caffer*, Springhase, besitzt sehr kurze breite, vorn flache und glatte Nagezähne mit breiter scharfer Schneide, in jeder Reihe vier gleich große wurzellose Backzähne, welche im Oberkiefer eine von außen, im Unterkiefer eine von innen tief eindringende Schmelzfalte haben, welche die Kaufläche in zwei gleiche Hälften teilt; die Prämolaren sind so groß wie die Molaren.

Castoridae, Familie der Biber mit gleich großen hypselodonten wurzellosen Backzähnen: P $\frac{1}{1}$; M $\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$, mit inneren und äußeren Schmelzfalten. *Castor fiber*, der gemeine Biber, zeigt auf den Backzähnen die einfache Falte auf der einen und drei tiefere auf der entgegengesetzten Seite. Die oberen Backzähne werden nach hinten kleiner, unten ist der letzte der kleinste und der erste schmal und lang (Fig. 116).

Geomyidae, schließen sich der letztern Familie an; die $\frac{4}{4}$ Backzähne, mit oder ohne Wurzeln, zeigen sparsame Querfalten auf dem Schmelz. *Geomys bursarius* zeichnet sich durch eigentümliche Anordnung der unteren Molaren aus.

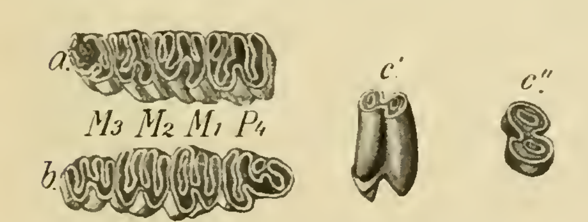


Fig. 124. **Die Kauflächen der beiden Zahnreihen von *Castor fiber*.** a die rechtsseitigen des Unterkiefers, b des Oberkiefers, c', c'' einzelner Zahn im Querschnitt.



Fig. 125. **Das Gebiß von *Mus decumanus*.** a die oberen Backzähne, a' der obere Nagezahn, b die unteren Backzähne, b' der untere Nagezahn. Vergr.

Georhychidae, Familie der Wurfmäuse, mit $\frac{4}{4}$ seltener $\frac{3}{3}$ Backzähnen, = P$\frac{1}{1}$; M$\frac{3}{3}$. Einige Zähne haben Wurzeln. *Georhychus capensis*, Erdgräber, zeigt lange starke Nagezähne, von denen die oberen vorn eine Rinne haben; die unteren sind stark komprimiert. Die Backzähne nehmen nach hinten an Größe ab. *Spalax typhlus*, Blindmaus, hat

$\frac{3}{3}$ Backzähne, die sich durch übereinstimmenden Bau auszeichnen und niemals nennenswerte Hypselodontie erreichen. Die Prämolaren fehlen. M_1 und M_2 sind gleich groß. Die beiden ersten des Oberkiefers haben an der Außen- und Innenseite je eine Falte (Schmelzschlinge). Die breiten Nagezähne sind vorn platt und glatt und hellgelblich gefärbt. Bei *Bathyergus* werden die großen Nagezähne scheidenartig von der behaarten Lippenhaut umgeben.

Muridae, Familie der Mäuse, mit der typischen Gattung *Mus*, mit $\frac{2}{2}$, $\frac{3}{3}$ oder $\frac{4}{3}$ Molaren; Prämolaren fehlen. Die Backzähne haben stets Wurzeln und einen lamellären Bau; die unteren zeigen je drei und zwei quere Schmelzleisten, während die oberen Schmelzhöcker besitzen und zwar zwei bis drei stärkere in der Mitte und mit diesen alternierend jederseits ein oder zwei kleinere, die jedoch durch Leisten mit dem mittleren Haupthöcker vereinigt sind und dadurch häufig vollständige Querfalten bilden. *M. musculus*, Hausmaus, zeigt häufig symmetrische Anordnung der Höcker. Bei *M. rattus*, Hausratte, sind die Höcker weniger entwickelt. Die Hausratte ist bei uns fest gänzlich durch die Wanderratte, *M. decumanus*, verdrängt (Fig. 125). *Hydromys chrysogaster*, Biberratte, zeichnet sich durch äußerste Reduktion der Zahl der Backzähne aus, indem der 3. Molar fehlt, und hat nur zwei Backzähne in jeder Reihe. Die Kronen sind so tief geteilt, daß jede aus zweien zusammengesetzt erscheint. Die Schmelzfalten zwischen den Jochen erhalten sich als schneidende Ränder, deren Schärfe mit dem Grade der Abnutzung zunimmt. Die an der Vorderseite gelb gefärbten Nagezähne bieten nichts Eigentümliches. Diese Gattung zeichnet sich aber durch den Mangel eines Milchgebisses aus (monophyodont). Totale Reduktion der $\frac{2}{2}$ Backzähne auf winzige Stiftchen zeigt *Rhynchomys*. Bei *Lophiomys* stehen die Backzähne mit spitzen Höckern in Reihen und erhalten später eine Schmelzbedeckung. *Sminthus betalinus* hat $\frac{3-4}{3}$ Backzähne und nur einen einzigen kleinen stiftförmigen oberen Prämolar; die Backzähne zeigen einen einfachen buchtigen eingebogenen Schmelzsaum. Auch der letzte obere Molar ist sehr klein. *Cricetus frumentarius*, Hamster, hat in jeder Reihe 3 Backzähne mit Wurzeln; der vordere größere hat drei Höckerpaare, die beiden anderen kleineren zwei Paar. Die Höcker sind in der Mittellinie nur durch eine schmale, aber scharfe Furche geschieden und nutzen sich ab, weshalb die Zähne alter Hamster vertiefte Kauflächen mit erhöhten Rändern haben (wie bei der vorigen Gattung). Der Form nach stimmt der 3. Molar mit dem 2. überein, nur ist er kleiner.

Gerbillinae schließen sich an die Muriden an. *Gerbillus* zeigt $\frac{3}{3}$ Backzähne mit vollständigen Wurzeln und Querlamellen, deren Zahl vom 1.—3. Molar von drei bis auf eine Lamelle abnimmt. Die gleichen Molaren weist *Meriones* auf. Hier ist die vordere Lamelle des ersten unteren Zahnes rund zylindrisch, mit kleiner Schmelzinsel auf der Kaufläche, die des oberen nur verdickt und ohne Insel. Die stark gekrümmten oberen Nagezähne sind neben dem Außenrande der Vorderseite tief gefurcht.

Durch *Crunomys* von der Gruppe der *Hydromyinae* von den Philippinen mit ursprünglicher Zahnform, bei welcher sich M_3 erhielt, werden weniger spezialisierte Gruppen, wie *Xeromys, Chrotomys* mit

den übrigen Mäusen verbunden. Totale Reduktion der $\frac{2}{2}$ Backzähne auf winzige Stifte erfuhr der schon erwähnte gleichfalls philippinische *Rhynchomys* Thos.

Arvicolidae, Familie der Wühlmäuse, mit den Gattungen *Arvicola amphibius*, Wasserratte, *A.* s. *Microtus arvalis*, Feldmaus, und *A. agrestis*, Erdmaus, hat $\frac{3}{3}$ lange Backzähne, welche zwei Reihen dreieckig alternierender Prismen zeigen, ohne oder mit unvollständigen Wurzeln. Auch die Kaufläche von *Evotomys glareolus* zeigt Schmelzschlingen auf den Molaren. *Fiber zibethicus*, Zibethmaus, hat an seinen drei Backzähnen Schmelzlamellen in Zickzackform. Die Nagezähne sind sehr groß und stark, vorn glatt und gefärbt. *Hypudaeus glareolus*, Waldwühlmaus, unterscheidet sich von Fiber nur in der veränderlichen Zahl der Lamellen. Bei *H. amphibius*, Wasserratte, werden die Zähne nach hinten zu schmäler. Im Oberkiefer besteht der erste aus der vorderen und je zwei äußeren und inneren, der zweite gleichfalls aus einer vorderen, zwei äußeren und einer inneren Lamelle, ebenso der letzte. Die Nagezähne gleichen denen der echten Mäuse.

Bei den Myoiden, zu welchen man auch die Familie der Spalacidae und Muridae rechnet, fehlen die Prämolaren, so daß nur $\frac{3}{3}$, selten $\frac{2}{2}$ Molaren vorkommen, von denen M_1 durch Zuwachs am vorderen Ende größer ist als M_2. Sie haben Wurzeln oder sind wurzellos, die Krone zeigt Schmelzhöcker oder winkelige Schmelzfalten. *Myodes lemmus*, Lemming, hat in beiden Kiefern eine breite flache Rinne auf der äußeren gelblichen Seite seiner dreiseitigen Nagezähne. Von den drei Backzähnen der oberen Reihe bestehen die ersten beiden aus je drei, der letzte aus vier Querfalten, welche dreiseitig prismatisch sind.

Myoxidae, Familie der Schläfer, hat $\frac{4}{4}$ brachydonte Backzähne mit Wurzeln und mit zu drei Querleisten vereinigten Höckern. Der 4. Prämolar kann Molarengröße zeigen, wie bei *Graphiurus*, oder kleiner sein, wie bei *Myoxus Glis*, Siebenschläfer. Die Nagezähne erscheinen im Querschnitt dreiseitig, die Vorderfläche ist breit und gelb gefärbt, sehr flach konvex und glatt; die oberen sind dicker als die unteren. Der 4. Prämolar kann auch ganz fehlen, wie bei *Platacanthomys*.

Sciuridae, Familie der Eichhörnchen, mit verschiedengradig brachydonten $\frac{4-5}{4}$ Backzähnen oder $P\,\frac{3.\,4}{4}$; $M\,\frac{1.\,2.\,3}{1.\,2.\,3}$. Die an Arten ungemein reiche Gattung *Sciurus*, Eichhörnchen (Fig. 119, 126), ändert in der Zahnform und deren Zahl beträchtlich ab. Die Backzähne sind verschiedenartig brachydont, die des Oberkiefers besitzen zwei quere Höcker, die nicht mit dem wulstig verdickten Rande verschmelzen. Die unteren Backzähne haben eine konkave Kaufläche mit stark höckerig erhöhten Ecken oder es dringt eine tiefe Schmelzfalte von innen in die Kaufläche ein. Die Gattung *Xerus* zeichnet sich durch Backzähne aus, die an der Druckseite semihypseledont werden und hier kurze Wurzeln erhalten (Fig. 119). *Nannosciurus*, Zwergeichhörnchen, hat brachydonte Backzähne analog den Myoxiden, kleine Prämolaren, von denen der vordere im Oberkiefer oftmals fehlt, während die oberen Molaren nur drei Querleisten zeigen (Fig. 119). *Tamias* Illig hat $P\,\frac{1}{1}$; $M\,\frac{3}{3}$. Der 3. Prämolar oben fehlt. *Spermophilus*, Ziesel $P\,\frac{3.\,4}{0.\,4}$; $M\,\frac{1.\,2.\,3}{1.\,2.\,3}$ und *Arctomys marmotta*, Murmeltier, bei dem P^3 sehr groß ist, stimmen

in ihrem Zahnbau völlig überein. Die Nagetiere sind etwas stärker als beim Eichhörnchen, namentlich die des Unterkiefers dicker. Die unteren Backzähne unterscheiden sich nur darin von Sciurus, daß ihr vorderes Höckerpaar sehr erhöht und zu einem Querjoche vereinigt ist. Bei *Pteromys volans*, Flughörnchen, mit verschiedengradig hypselodonten Zähnen, haben die oberen Nagezähne eine gelblichbraune, gewölbte Außenfläche; nach innen werden sie viel schmäler, die unteren sind nur länger und schärfer.

Von der Familie der **Saccomyidae**, Taschenmäuse, zeichnet sich die typische Gattung *Saccomys* durch sehr charakteristische Zahnformen aus. Der 1. Backzahn im Oberkiefer ist der größte und kaniniform mit der eigentümlichen Falte, die von außen bis zum inneren Rande sich hinzieht. Bei den nächstfolgenden drei Backzähnen durchbricht diese Falte auch den Innenrand, wodurch die Kaufläche durch eine geradlinige Querfurche geteilt erscheint und die hintere Hälfte der Backzähne eine runde Schmelzinsel erhält. Bei den unteren Backzähnen hat der erste die Falte, in welcher eine Insel liegt. Die anderen drei Backzähne zeigen analog dem Oberkiefer zwei Lamellen, die V-förmig angeordnet sind (Fig. 127).


Fig. 126.

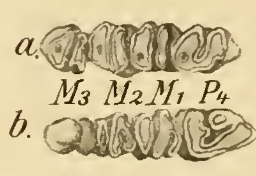


Fig. 127.

Fig. 126. **Schädel von *Sciurus vulgaris* L.** 2/3 nat. Gr.

Fig. 127. **Die Kauflächen der beiden Backzahnreihen von *Saccomys*.** *a* zeigt die rechte Seite des Oberkiefers, *b* des Unterkiefers.

Als eine besondere, an die Rodentien anschließende Ordnung betrachtet Marsh eine Reihe ausgestorbener ziemlich großer Tiere aus dem Eozän, welche als Vorläufer der Nagetiere betrachtet werden müssen. Es sind dies die nordamerikanischen Tillodontien. Die typische Gattung *Tillotherium* $\left(I\frac{2}{1};\ C\frac{1}{1};\ P\frac{3}{3};\ M\frac{3}{3}\right)$ hatte Molaren, wie die Ungulaten, aber ein großes Paar meißelförmiger Schneidezähne, mit Schmelz an der Vorderseite; diese Zähne wuchsen von einer offenen Pulpa heraus. Das hintere Paar der Schneidezähne ist klein und hat keine persistierenden Pulpen und Wortmann hat herausgefunden, daß die mächtig entwickelten Schneidezähne das zweite Paar darstellen und daß der erste und dritte im Verschwinden begriffen sind, gerade wie bei den Vorgängern der Proboscidier. Die Canini sind sehr klein. *Esthonyx* Cope, ein eozänes Säugetier, dessen Bezahnung einer Riesenspitzmaus gleicht, hat $I\frac{2}{3};\ C\frac{1}{1};\ P\frac{3}{3};\ M\frac{3}{3}$, von welchen der 1. und 3. untere Schneidezahn außerordentlich reduziert sind, während der 2. vergrößert ist und nur an seiner vorderen und äußeren Fläche ein langes Schmelzband zeigt; die Lingualfläche ist, bis auf ein schmales Band, schmelzlos. Aehnlich verhält sich I^2; I^3 ist viel kleiner, während der erste obere fehlt. Keiner dieser Zähne wächst von offenen Pulpen. Cope unterscheidet zwei bestimmte Familien: Tillotheridae, bei welchen die großen Schneidezähne von offenen Pulpen wachsen, während die Molaren Wurzeln besitzen, und die Stylinodontidae, bei welchen alle Zähne beständige Pulpen haben.

Als **Pseudosciuridae** bezeichnet man eine Gruppe fossiler Rodentien mit der Zahnformel I $\frac{1}{1}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{1}{1}$; M $\frac{3}{3}$. Der einzige Prämolar beider Kiefer ist der vierte; die mehrwurzeligen Back-

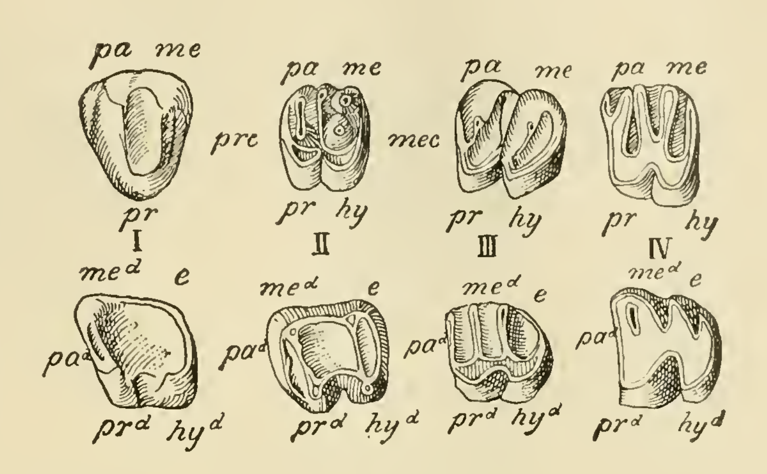


Fig. 128. **Kaufläche von Oberkieferzähnen** in der oberen Reihe und von Unterkieferzähnen in der unteren Reihe verschiedener Rodentien mit Erklärung der Trikonodontie. I *Arctomys,* II *Sciuroides,* III (oben) *Theridomys,* III (unten) *Trechomys,* IV *Theridomys* (alt). *pa* Paraconus, *me* Mesoconus, *pr* Protoconus, *prc* Protoconulus, *mec* Metaconulus, *hy* Hypoconus. Unterkieferzähne: pa^d Paraconid, me^d Metaconid, pr^d Protoconid, hy^d Hypoconid, *e* Entoconid. Nach SCHLOSSER.

zähne sind brachydont, bunodont oder lophodont. Hierher gehören *Pseudosciurus, Sciuroides, Trechomys, Theridomys,* alle aus dem Obereozän Europas (Fig. 128).

9. Ordnung: **Ungulata. Huftiere.**

In dieser Ordnung sind die Perissodaktylen (Unpaarzeher) und Artiodaktylen (Paarzeher) vereinigt. Beide stammen von gemeinsamen Urformen, den Kondylarthren, ab und haben eine ganze Menge gemeinsamer Merkmale. Eine große Zahl von Unterordnungen ist lediglich auf Fossilien gegründet worden. Zwei Gruppen von südamerikanischen Plantigraden, die Typotheria und die Toxodontia, charakterisieren sich durch eine von der aller lebenden Ungulaten abweichende hoch spezialisierte Bezahnung. Die typische Zahl der Zähne, die stets mit Schmelz bedeckt sind, ist 44 (vide p. 306). Alle Zahnsorten außer den Molaren können aber zum Teil rudimentär werden oder fehlen; stets ist aber das Gebiß heterodont, diphyodont und für herbivore Diät eingerichtet.

Die Praemaxillaria zeigen hinter ihrem Alveolarrande nur schwach entwickelte Proc. palatini, welche an der Begrenzung der Foramina incisivi teilnehmen. Die Unterkieferhälften sind in einer langen Symphyse ankylosiert (Tapir). Der hohe Kondylus ist von vorn nach hinten konvex und kurz, in der Querrichtung sehr lang und gestattet hauptsächlich nur Scharnierbewegung mit geringer lateraler Exkursion. Der Temporalis tritt gegen den Masseter bedeutend zurück, wodurch der hintere und aufsteigende Teil der Mandibula sehr breit ist und der Proc. coronoideus eher schwach erscheint, bei den Tapiriden aber sehr hoch ist.

Die Ungulaten sind vorwiegend Herbivoren; die Eckzähne sind selten gut entwickelt und die zahlreichen Backzähne zum Zermalmen der Nahrung eingerichtet.

Das Gebiß ist diphyodont; die Backzähne sind bunodont oder lophodont, vielfach schmelzfaltig, mit Querjochen und stumpfen Höckern, die sich in der Regel zu ebenen Kauflächen abnutzen. An die großen meißelförmigen Schneidezähne schließen sich ohne

Lücke die Eckzähne und weiter die Prämolaren und Molaren an. Die Spezialisierung der Zähne hat sich erst von dem kondylarthrenähnlichen Gebisse allmählich entwickelt (Fig. 129).

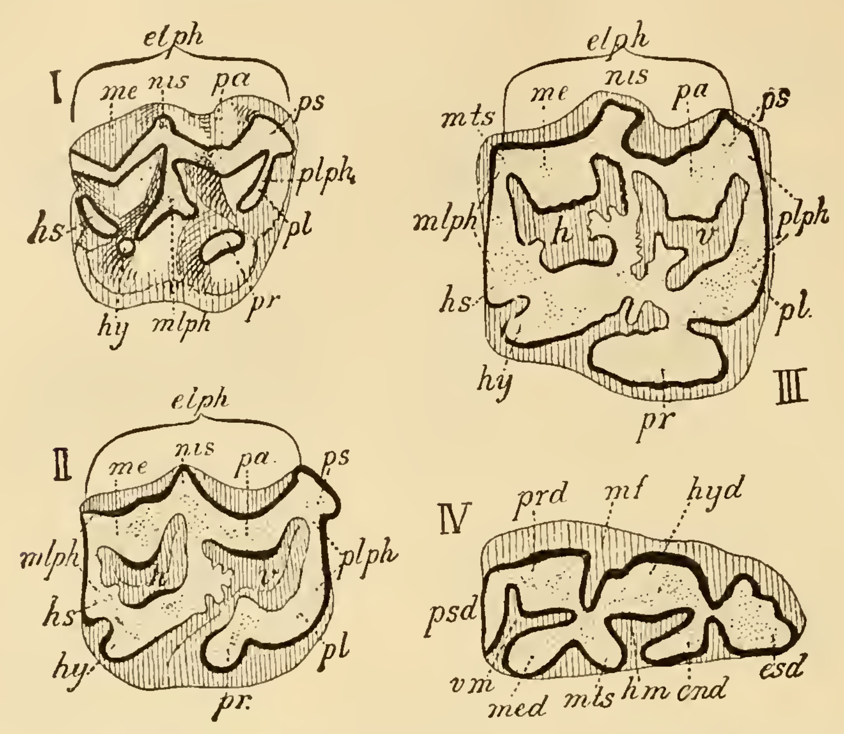


Fig. 129. **Vier Molaren** von I *Anchitherium,* II *Merychippus,* III und IV *Equus* (oberer und unterer Molar). *elph* Ectoloph, *end* Entoconid, *esd* Entostylid, *h (hm)* Hintermarke, *hs* Hypostyl, *hy* Hypoconus, *hyd* Hypoconid, *me* Metaconus, *md* Metaconid, *mf* Mittelfalte, *mlph* Metaloph, *mts* Metastyl, *mts* in IV muß *mtsd* Metastylid sein, *nis* Mesostyl, *pa* Paraconus, *pl* Protoconulus, *plph* Protoloph, *pr* Protoconus, *prd* Protoconid, *ps* Parastyl, *psd* Parastylid, *v (vm)* Vordermarke. Vgl. die nebenstehende Tabelle über die Terminologie der Ungulatenzähne.

Nach Osborn kann die Tabelle (p. 307) für die Terminologie der Ungulatenzähne die beste Uebersicht geben. (Vgl. auch das Kapitel über die Entwicklung der Zahnformen.)

Das Milchgebiß der Ungulaten ist sehr vollständig und die Milchzähne bleiben lange zurück; sie ähneln in ihren allgemeinen Charakteren den permanenten Zähnen; aber die Eckzähne bleiben rudimentär, da die permanenten Canini durch ihren sexuellen Charakter stärker entwickelt sind.

Die **Condylarthra** sind alttertiäre Huftiere und stehen zwischen Ungulaten und Karnivoren, am nächsten den Kreodonten. Ihr Gebiß besaß die typische Zahl der Säugetierzähne: I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$ = 44. Die Schneide- und kleingeformten Eckzähne sind noch den Kreodonten ähnlich, die kurzkronigen Backzähne entsprechen den Omnivoren, indem die Joche bezw. die Monde durch in die Länge gezogene gekrümmte Höcker repräsentiert werden. Sehr einfach gebaut sind die Prämolaren, welche sich analog den Backzähnen bei den Karnivoren nicht eng aneinander schließen. Die oberen Molaren mit zwei Außenhöckern und einem Innenhöcker entsprechen dem Trituberkulartypus, während die unteren mit Sektorialtuberkulartypus in gewisser Beziehung zwischen dem Reißzahn der Karnivoren und dem Molar der Ungulaten mit großem Talon stehen. Cope unterscheidet von den Kondylarthren zwei Familien: die **Periptychidae** und die **Phenaco-**

	Terminologie nach H. F. Osborn					Deutsche Terminologie		
	Lophodontie		Ursprüngliche Spitzen resp. Höcker			Lophodontie. Jochzähne		*Selenolophodontie*
	Sexituberkulare	Quadrituberkulare	Spitzen		Bunodontie	Joche	Täler (nach Osborn)	
Oberkiefer	Ektoloph	Ektoloph	Paraconus	*pa*	Vord. Außenhöcker	Außenwand		Außenwand
			Metaconus	*me*	Hint. Außenhöcker			
	Protoloph	Protoloph	Protoconus	*pr*	Vord. Innenhöcker	Vorjoch		Vorjoch[1]
		. . . . . .	Protoconulus	*pl*	Vord. Zwischenhöcker	(Vorderjoch)	Vorderes Quertal, Prefossette	Vordermarke
	Metaloph	Metaloph	Hypoconus	*hy*	Hint. Innenhöcker	Nachjoch		Hinterjoch
		. . . . . .	Metaconulus	*ml*	Hint. Zwischenhöcker	(Hinterjoch)	Hinteres Quertal, Postfossette (Bucht)	Hintermarke
Unterkiefer	Metalophid		Protoconid	*prd*	Vord. Außenhöcker			Vorjoch
			Paraconid	*pad*	Vord. Innenhöcker	Vorjoch		
			Metaconid	*med*	Vord. Zwischenhöcker	(Vorderjoch)		Vorderschlinge
							Vorderes Quertal, Prefossette	Vordermarke
	Hypolophid		Hypoconid	*hyd*	Hint. Außenhöcker	Nachjoch		Hinterjoch
			Entoconid	*end*	Hint. Zwischenhöcker	(Hinterjoch)		Hinterschlinge
							Hinteres Quertal, Postfossette	Hintermarke
	Hypoconulid		Hypoconulid	*hld*	Hint. Innenhöcker	Schlußjoch		—
Oberkiefer			Parastyl	*ps*				Eckfalte (Vord. Höhenfalte)
			Mesostyl	*ms*				Mittelfalte (Mittl. Höhenfalte)
			Metastyl	*mts*				Hintere Höhenfalte
			Hypostyl	*hs*				Pfeiler des Hinterjoches
Unterkiefer			Parastylid	*psd*				—
			Entostylid	*esd*				—
			Metastylid	*mtsd*				Mittelschlinge
		Sekundäre Falten	Crochet			Sporn		Sporn
			Anticrochet			Gegensporn		—
			Crista			Kamm		—

1) Der Protoconus wird auch als Pfeiler des Vorderjoches unterschieden. Die Initialen hinter den Osbornschen Namen sind gebräuchliche Abkürzungen.

dontidae. Erstere, durch *Periptychus rhabdodon, Hexodon* und *Cetodon* repräsentiert, zeigt bunodonte Zähne und sehr einfache Prä-

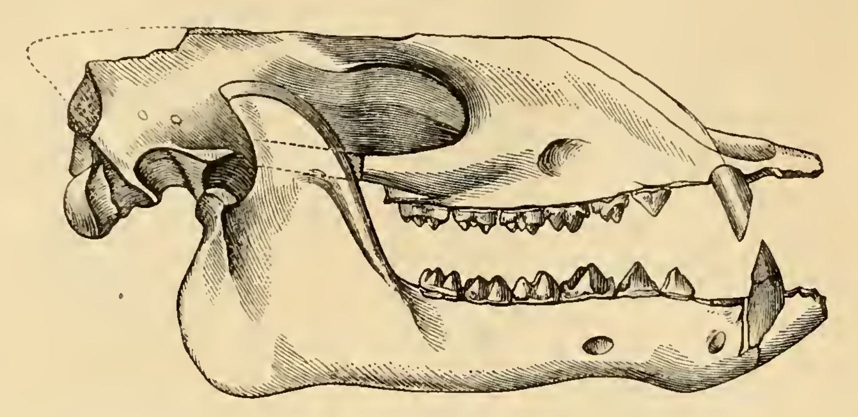


Fig. 130. **Schädel von *Phenacodus primaevus*** Cope.

molaren. Die Phenacodontidae besitzen auch bunodonte Zähne, aber *Phenacodus primaevus* (Fig. 130) und *puercensis,* sowie *Anacodon* aus dem Wasatch.

1. Unterordnung: **Perissodactyla. Unpaarzeher.**

Das Gebiß dieser Tiere zeichnet sich dadurch aus, daß die quadratischen Prämolaren und Molaren eine geschlossene Reihe bilden, gleich groß und lophodont oder selenolophodont — also die Höcker durch Querjoche verbunden — und häufig stark schmelzfaltig sind. Kleinere Arten, wie Microchoerus, boten noch Uebergänge zu den Insektivoren und Rodentien und waren Omnivoren. Das Gebiß zeigt bereits schmelzfaltige Backzähne mit Querjochen und stumpfen Schmelzhöckern, die sich meist zu ebenen Kauflächen abnutzen. Die unteren Molaren haben eine charakteristische Form, ihre Kauflächen bestehen aus zwei sichelförmigen Rändern.

Die Veränderungen des Gebisses, welche zu den Perissodaktylen führten, bestanden zunächst in der Vereinigung der Molarhöcker zu Jochen, ebenso vergrößerten sich die drei letzten Prämolaren, daß sie den Molaren ähnliche Form erhielten; gleichzeitig wurde der vorderste Prämolar reduziert, indem er nur eine Wurzel zeigte und schließlich ganz verschwand. Schon im Eozän beginnt die Reihe der Perissodaktylen mit Formen, deren Gebiß die volle Zahl 44 der typischen Säugetierformel besaß und ziemlich geschlossene Zahnreihen zeigte. Die bunodonten, brachydonten Zähne hatten zementlose Krone. Ein schmales Diastema zwischen Schneidezähnen und Prämolaren zeigte sich frühzeitig. Der eozäne *Phenacodus* hatte bereits eine zahnfreie Lücke, die bei weiterer Spezialisierung des Gebisses größer wurde. Die sexituberkulären bunodonten Zähne wurden lophodont resp. zunächst ortholophodont. Dieser Zahncharakter mit zwei Querjochen, Proto- und Metaloph, die bei den unteren Backzähne fast rechtwinklig auf dem Ektoloph (Außenwand) stehen, während die oberen Zähne fast geradlinig mit der Außenwand verbunden sind, ist bei den Tapiriden am reinsten erhalten, zeigt sich aber auch bei den Rhinoceriden. Die niedrige Zahnkrone ist zementlos, die Wurzeln sind früh geschlossen, dagegen tritt bei diesen Tieren Faltung des Schmelzes bereits ein, wodurch der Sporn

(Crochet), Gegensporn (Anticrochet) und der Kamm (Crista) entsteht (Fig. 140, IV). Die dritte Familie der Perissodaktylen, die Equiden, stellt Selenolophodonten dar. Die Joche der unteren Zähne sind halbkreisförmig gebogen, die oberen ebenfalls gekrümmt, zum Teil sogar in Höcker aufgelöst und von der Außenwand (Ektoloph) getrennt.

Während diese drei Familien in den oberen Molaren deutliche Unterschiede zeigen, ist dies bei den unteren Backzähnen weniger der Fall.

Equidae s. Solidungula s. Hippoidea, Familie der Pferde, deren Ausgangspunkt wahrscheinlich die Gattung Phenacodus von den Kondylarthren bildet, zumal dessen Gebiß in zu Jochen angeordneten Höckern der Molaren die Anforderung der Stammform erfüllt. Die Formel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$, $\frac{4}{3}$ oder $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$ stellt brachydonte Formen vor. Die Prämolaren sind einfacher als die Molaren und werden nach und nach hypseledont und molariform. In der Mitte eines sich allmählich bildenden Diastema sitzt der Caninus. Die Höcker der Unterkieferzähne werden schleifenförmig. Eckzahn im Diastema zwischen I und P. Der 1. untere Prämolar, ursprünglich von den Backzähnen getrennt, ist stets klein und meist rudimentär. Para- und Metaconus bilden Ektoloph (Außenwand); die oberen Querjoche sind halbkreisförmig gebogen; zum Teil zeigen sich noch Höcker, die von der Außenwand stark abgesetzt sind. Untere Querjoche nur halbkreisförmig.

Die Gattung *Equus* (vgl. auch Fig. 129, 131, 132) repräsentiert die Familie der Equiden.

Struska stellt folgende Tabelle über Durchbruch und Wechsel der Pferdezähne auf:

Zähne	Durchbruch	Wechsel
1. Schneidezahn, I_1	Vor der Geburt oder in den ersten 2 Lebenswochen	Im Alter von $2^1/_4$—3 Jahren
2. Schneidezahn, I_2	Im Alter von 2—8 Wochen	Im Alter von $3^1/_2$—4 Jahren
3. Schneidezahn, I_3	Im Alter von 5—9 Monaten	Im Alter von $4^1/_4$—5 Jahren
Hakenzähne (Canini)	Spätestens mit 6 Monaten; sie durchbrechen nur selten das Zahnfleisch	Im Alter von 4—5 Jahren
1. Backzahn P_3		Im Alter von $2^1/_2$ Jahren
2. Backzahn P_2	Vor der Geburt oder in der 1. Lebenswoche	do.
3. Backzahn P_1		Im Alter von $3^1/_2$—4 Jahren
4. Backzahn, M_1	Im Alter von 6—9, längstens bis 14 Monaten	—
5. Backzahn, M_2	Im Alter von 2—$2^1/_4$ Jahren	—
6. Backzahn, M_3	Im Alter von $3^1/_2$—$4^1/_2$ Jahren	—
Lückenzahn	Unbestimmt, meist bis zu $^1/_2$ Jahr	—

Die dicht nebeneinander stehenden Schneidezähne sind große starke Zähne mit breiten Kronen, deren äußere Schmelzbedeckung vertikal gefurcht ist. Die beiden mittleren werden auch Zangen genannt, die beiden nebenstehenden Mittelzähne, während die beiden

äußeren Eckzähne heißen. Die Zähne treffen mit ihren unteren Antagonisten mit den Kauflächen gerade aufeinander; eine Anordnung, die zum Grasfressen sehr geeignet ist, die aber auch starke Abnutzung der Kronen zur Folge hat. Die Abnutzung greift die mittleren Schneidezähne schneller als die äußeren an. Bei den Schneidezähnen der Pferde stumpft sich dadurch der schmale Schmelzrand allmählich ab, wird breiter und die Kaufläche, die anfänglich eine teilweise mit Zement erfüllte, quer ovale, tiefe, scharf umrandete Grube bildete — die sogenannte Kunne oder Marke, Kunde, Bohne — wird in dem Maße kleiner, als die Abnutzung fortschreitet, und verschwindet bei alten Tieren gänzlich. Da diese Abschleifung der Krone in bestimmten Zeitverhältnissen vor sich geht, so kann man aus der Tiefe



Fig. 131. **Zähne von *Equus caballus*.** A Oberer Milchschneidezahn. B Oberer permanenter Schneidezahn. C Unterer abgenutzter Schneidezahn im Durchschnitt. *s* Schmelz, *d* Dentin, *m* Kunne. D Unterer Schneidezahn im Längsschnitt. *e* Einstülpung der Krone, *p* Pulpa, *d* Zahnbein, *s* Schmelz. E Durchschnitt des 2. oberen Molaren mit abgenutzter Krone. *a* Bukkalseite, *i* Palatinalseite, *e* eingestülpte Krone, *e'* Einstülpung von der Seite, *s* Schmelz, *d* Dentin, *z* Zement.

der Kunne das Alter des Pferdes bestimmen. Die Kunnen des Oberkiefers sind doppelt so tief wie im Unterkiefer und bleiben demzufolge länger sichtbar. Mit 9 Jahren sind an allen unteren Schneidezähnen die Kunnen verschwunden. Das Pferd erhält seine volle Bezahnung sehr langsam. Die ersten permanenten Schneidezähne erscheinen gegen Ende des 3. Lebensjahres und die anderen beiden Paare folgen in ungefähr sechsmonatlichen Zwischenräumen. Da nun die Abnutzung eine gleichmäßige ist, so schleift sich die Kunne am schnellsten an den mittleren Zähnen zuerst ab — etwa im 6. Jahre — bis dann mit dem 8. Jahre die Kunnen gänzlich verschwunden sind. Das Zentrum der Kaufläche zeigt sodann eine Farbenveränderung, die durch das sekundäre Dentin hervorgerufen wird, in welches sich die Pulpa umgewandelt hat. — Die Schneidezähne sind etwas gekrümmt, in der unteren Hälfte stark komprimiert, nach der Kaufläche hin rasch breiter werdend und von vorn nach hinten zusammengedrückt. Die nicht konstant vorkommenden Eckzähne heißen beim Pferde wie bei anderen Ungulaten Hakenzähne und bilden kurze, stumpfspitzige leicht gekrümmte Haken. Beim Hengst und Wallach sind dieselben wohlentwickelt, während sie bei der Stute rudimentär sind. Die Prämolaren, von den Schneidezähnen durch eine breite Lücke getrennt, stellen sehr lange, vierseitige Prismen dar (der letzte jedoch dreiseitige), deren Schmelz sich so in der Zahnsubstanz und um dieselbe windet, daß man in jedem Zahne vier Pfeiler oder auf jeder

Kaufläche vier Hauptfalten unterscheiden kann, die bei eben hervorbrechenden, noch nicht abgeriebenen Zähnen als ebensoviele Höcker erscheinen. Die Prämolaren ähneln ganz außerordentlich den Molaren, sowohl in Gestalt, Größe und Muster der Kaufläche. Die Molaren zeichnen sich durch ihre große Länge aus. Sie wachsen zwar nicht von offenen Pulpen, aber immerhin so weit, bis sämtliche Kronen einen ziemlich gleichen Durchmesser haben, und dann erst bilden sich die kurzen und unregelmäßigen Wurzeln aus. Während die Kaufläche sich allmählich abnutzt, wächst der ganze Zahn aus der Alveole hervor und beim zufälligen Verlust eines Zahnes wächst der entsprechende Antagonist hoch über das Niveau der benachbarten Zähne heraus.

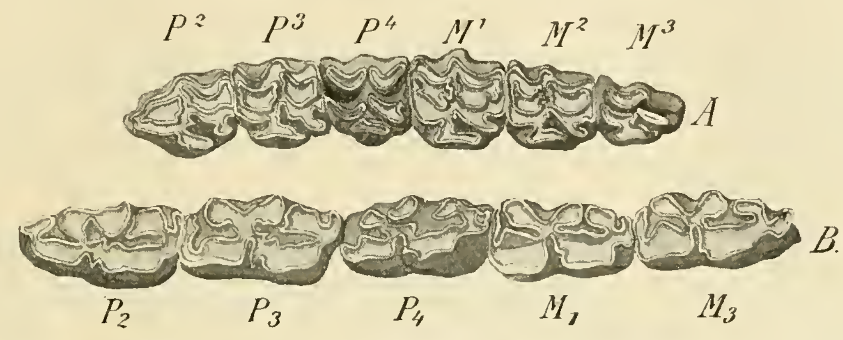


Fig. 132. A **Obere und** B **untere Backzahnreihe mit den Kauflächen von *Equus caballus*.** A Die Kauflächen der oberen Backzahnreihe des rezenten Equus caballus. B zeigt die Kaufläche von 5 unteren Backzähnen des fossilen Exemplares.

Die oberen Molaren sind quadratisch, kürzer, als die unteren, an der Innenseite mit einem akzessorischen Pfeiler und die vier Hauptfalten auf der Kaufläche weniger kompliziert; die unteren Molaren sind oblong, sehr lang und ohne diesen Nebenpfeiler, und die Schmelzfalten der Kaufläche sind tief ineinander gewunden. In beiden Reihen ist der erste und letzte Molar dreiseitig. Da jede Leiste und jeder Pfeiler des Zahnes aus Dentin besteht, so ist die Anordnung der ersteren kompliziert; weil aber Zement die Zwischenräume ausfüllt, so bleibt durch die ungleichmäßige Abnützung der einzelnen Gewebe immer eine hinreichend rauhe Kaufläche bestehen.

Die Zahl der Backzähne bei den fossilen Formen betrug 7 in jedem Kiefer. Bei den jetzt lebenden Arten der Gattung Equus ist sie infolge allmählicher, schon in den aufeinander folgenden fossilen Formen nachweisbarer Reduktion der ersten Prämolaren auf 6 gesunken. Indessen findet sich vor dem ersten der drei Prämolaren noch, als letzter Rest, ein kleiner hinfälliger Zahn, der sogenannte Wolfszahn.

Eine Nebenlinie der Equiden bilden die ausgestorbenen Palaeotheriden, deren Gebiß sich durch eine einfachere Gestaltung der Backzähne charakterisiert. Bei der Gattung *Palaeotherium* sind die Zähne brachydont, mehrwurzelig, ohne oder mit Zement. Zwischen dem 1. Prämolar und Eckzahn zeigt sich ein Diastema. Die Außenwand ist W-förmig, oben sind schräge Querjoche. Die Innenhöcker der Unterkieferzähne werden meist schleifenförmig. Die 4 Prämolaren waren bereits molarenartig, ohne daß diese prismatisch wurden. Das Kauflächenmuster ist bei den Equiden überhaupt äußerst charakteristisch. In einer einfachen Form entsteht nach Tomes dasselbe durch die Verbindung der zwei vorderen und zwei hinteren Höcker durch einfache

Leisten, wobei noch das Cingulum die äußersten Enden dieser Leisten verbinden kann. Einen solchen Zahn sieht man beim Tapir und bei dem eben erwähnten Palaeotherium. Dadurch, daß diese Leisten verschiedenartig schräg stehen und daß noch außerdem sekundäre Biegungen auftreten, entstehen Muster, die augenscheinlich ganz verschieden voneinander sind. Im Molar der Gattung *Equus*, der sich durch eine Modifikation aus dem Typus des Palaeotherium entwickelt hat, ist eine Oberfläche vorhanden, die durch die verschiedenartige Härte seiner einzelnen Bestandteile rauh erhalten wird, wie schon oben erwähnt wurde. Beim abgenutzten Zahne zeigen sich auf dem Dentin zwei Zementinseln, die durch gewundene Schmelzlinien abgegrenzt sind, und auf der inneren Seite eine von Schmelz begrenzte Dentinerhebung. Die gewundenen Schmelzleisten werden infolge ihrer Härte in allen Stadien der Abnutzung mehr hervorragen, als das Dentin oder das Zement, und daher die wirksame Funktion der Molaren erhöhen. Die auf diese Weise erzeugten Muster auf der Kaufläche sind bei den verwandten Species sehr konstant.

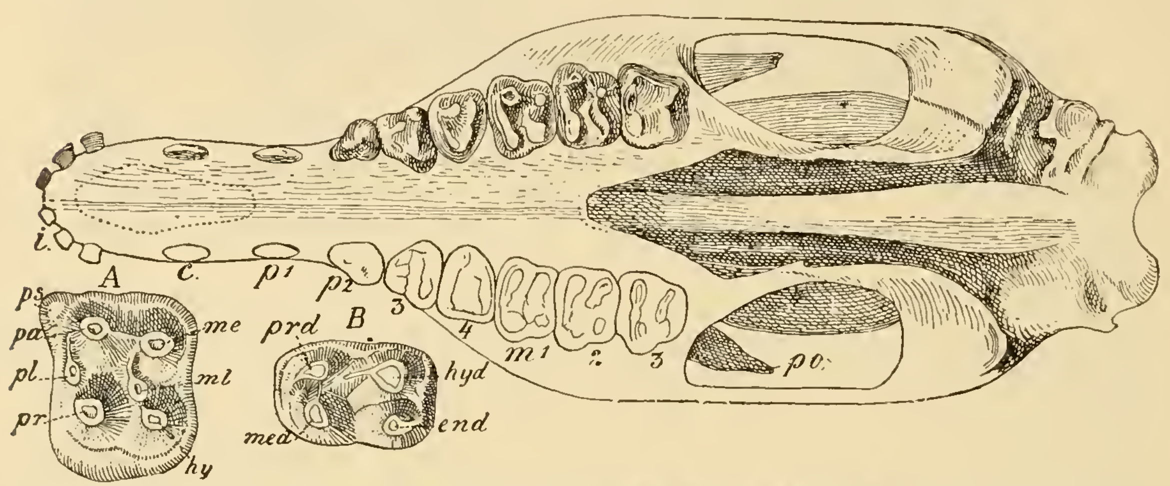


Fig. 133. **Oberkiefer von *Hyracotherium venticolum*** Cope. $^4/_5$ nat. Gr., nach Cope. *po* Processus postorbitalis. A oberer Molar, B unterer Molar von *Hyracotherium vulpiceps* (nach Owen). Für die Erklärung der Zahntuberkel vgl. Fig. 9, 10, 11.

Die verschiedenen Arten von *Equus* bieten wenig Abweichendes in ihrer Bezahnung. *E. caballus,* das Hauspferd; *E. asinus,* der Hausesel; *E. zebra,* Zebra; *E. mulus,* Maultier; *E. hinnus,* Maulesel.

Von den fossilen Formen hat *Hyracotherium leporinum* (aus dem Alteozän): I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$ (Fig. 133), mit meißelförmigen Schneidezähnen, konischen Eckzähnen, brachydonten Backzähnen, ohne Zementkappe. Die oberen Molaren sexituberkulär-bunodont. Molaren mit vier Höckern, dazwischen zwei kleinere und ein Basalwulst, Der 2. zweiwurzelige Prämolar zeigt die Form eines kurzen Kegels mit vorderem und hinterem Basalhöcker, ohne Spur von Mesostyl und Hypostyl. Zwischen Eckzahn und unterem 2. Prämolar ein Diastema. *Anchitherium,* aus dem Mittelmiozän, hat P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, von denen die unteren Backzähne aus je zwei Sichelprismen bestehen (Fig. 11, 129). Der vordere Prämolar ist sehr reduziert; der Wolfszahn ist stark und auch im Unterkiefer vorhanden. *Merychippus* (Fig. 129) mit einfachen Schmelzfalten, der 3. Prämolar etwas größer als P^2. Bei *Hippotherium* (Fig. 134) sind die Längskanten der Außenseite der oberen Zahnreihe stärker als bei Equus, und der akzessorische Pfeiler an der Innenseite

ist fast zylindrisch, während er beim Pferde nur als dünne Platte erscheint. — In der Gruppe der Equiden herrscht die Entwicklung von kurzkronigen, verhältnismäßig wenig gefalteten Backzähnen zu langkronigen, nur im Alter mit Wurzeln versehenen, stark gefalteten Formen vor. Den in dieser Richtung höchstspezialisierten Zahn besitzt aber nicht das Pferd, sondern das aus dem Obermiozän stammende Hipparion (Fig. 135). *Hipparion gracile* hat 7 Backzähne jederseits; der vordere derselben bildet ein einfaches Prisma mit sichelförmigem Querschnitt; er geht schon mit dem Milchgebiß verloren. Während bei den früheren Vorfahren des Pferdes die Kunne nicht vorhanden ist, existiert dieselbe bei Hipparion.

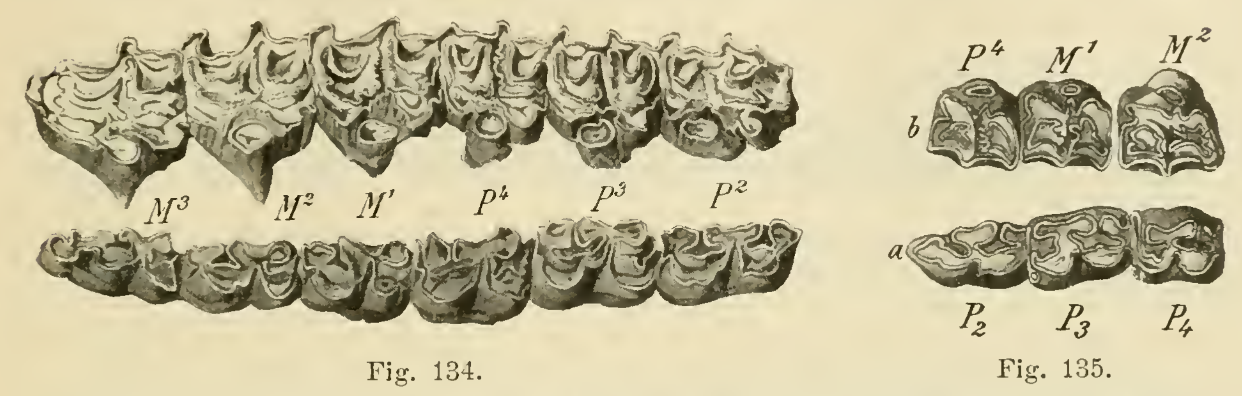


Fig. 134. Fig. 135.

Fig. 134. **Obere und untere Backzahnreihe mit Kauflächen von *Hippotherium gracile*.**

Fig. 135. a **Die drei ersten Backzähne des rechten Unterkiefers und** b **der 3., 4. und 5. obere rechtsseitige Backzahn von *Hipparion diplostylum*.** Nach Gervais.

Tapiridae, Familie der Tapire, mit brachydonten Backzähnen, zementlos, bilophodont, indem zwei Querjoche auftreten. Cingulum und Parastyl. Formel: $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{4}$, $\frac{4}{3}$ oder $\frac{3}{3}$; $M\frac{3}{3}$. Die Schneide- und Eckzähne bieten nichts Besonderes; nur daß der dritte obere Incisivus größer als der Eckzahn ist und die unteren Eckzähne mit den unteren Schneidezähnen in einem Bogen stehen und nicht aus diesem heraustreten. Der dritte untere Incisivus ist kleiner und hinfälliger. Hinter den Eckzähnen ist eine Lücke und dann folgen die Backzähne, die ein einfacheres Muster als die der meisten Ungulaten zeigen. Sie charakterisieren sich durch die Dicke der Joche und die noch kenntlichen ursprünglichen Höcker. Para- und Metaconus verbinden sich zum Ektoloph, der sich mit einem inneren Hügel zu meist geraden Querjochen verbindet. Die unteren Molaren sind bilophodont. Im Oberkiefer sind die Joche geradlinig, im Unterkiefer fast rechtwinkelig gebogen und nur die hintere Zahnhälfte ist deutlich ausgeprägt. Der 1. obere Prämolar hat Vorgänger im Milchgebiß; der untere 1. Prämolar fehlt. In Europa beginnen die Tapiriden mit *Lophiodon*, einer alten Tapirform von mächtiger Größe, mit der gleichen Formel. Die oberen Molaren zeigen verlängerten Paraconus und sind ebenso groß wie der einwärts gebogene Metaconus. Die Stammform der Tapiriden ist wahrscheinlich *Helaletes* Marsh oder *Systemodon* Cope (Fig. 140) mit vier Prämolaren. Die Gattung *Tapirus* (Fig. 136) hat breite meißelförmige Schneidezähne, die oberen sind eckzahnartig, die unteren auffallend kleiner. Die kurzkegelförmigen Eckzähne ragen bei geschlossenem Maule nicht hervor und schließen

sich im Unterkiefer eng an die Schneidezähne an, während die oberen durch eine kleine Lücke von diesen getrennt sind. Die Backzähne des Tapir besitzen vier Höcker und stark entwickelte Leisten, welche die beiden vorderen und hinteren Höcker verbinden, so daß zwei Querzähne mit einer tiefen queren Furche entstehen, wodurch die vierhöckerige Figur undeutlich wird. TOMES nennt diese Zähne bilophodont. Ein niedriger Wulst verbindet an der äußeren Fläche die beiden Querzähne. Die oberen Molaren zeigen einen konischen gleich langen Para- und Metaconus, der nicht abgeflacht ist; der untere 3. Molar mit oder ohne Hypoconulid. Jüngere fossile Tapire waren *T. helveticus* und *priscus*.

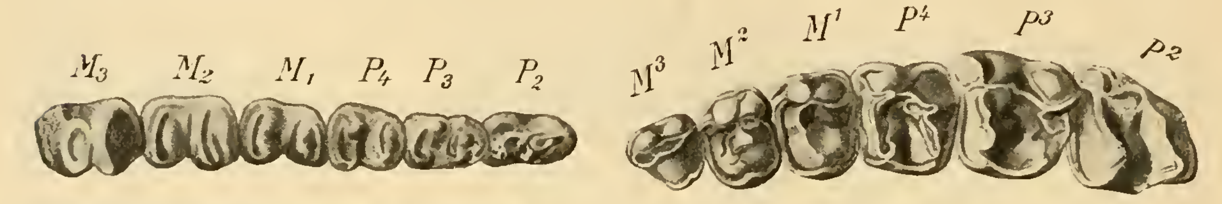


Fig. 136. Die untere Backzahnreihe von *Tapirus indicus*.

Fig. 137. Linksseitige obere Backzahnreihe von *Lophiodon isselense*.

Rhinocerontidae, Familie der Rhinoceriden. Hier differieren die Schneide- und Eckzähne nach Zahl und Form. Der untere Caninus ist von den Schneidezähnen durch ein schmales Diastema geschieden, und durch ein weites von dem 1. Prämolar, welcher sich der Backzahnreihe anschließt. Namentlich P_3 und P_4, die niemals ausfallen, sind groß und molariform. M^3 wird dreiseitig, meist durch Verschmelzung von Ekto- und Metaloph. Die Molaren sind frühzeitig lophodont. (*Hyrachyus*, Fig. 140.) Bei den Rhinozerontiden besteht eine Wechselbeziehung zwischen der Ausbildung der Schneidezähne und dem Horn. Da die Schneidezähne bei den verschiedenen Arten verschieden sind, ist die Aufstellung einer Formel schwierig. Man nimmt für die drei Gattungen dieser Familie folgende Formeln an: Rhinoceros: $I\,\frac{2}{1}-\frac{0}{0}$; $C\,\frac{0}{1-0}$; $P\,\frac{4}{4-3}$; $M\,\frac{3}{3}$. Amynodon: $I\,\frac{3}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{4-3}{4-3}$; $M\,\frac{3}{3}$. Hyracodon: $I\,\frac{3}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; $P\,\frac{4}{3}$; $M\,\frac{3}{3}$.

Bei der typischen Gattung *Rhinoceros* fallen bei einigen Arten die Incisivi und oberen Canini frühzeitig aus, bei anderen erreichen die unteren Eckzähne eine bedeutende Größe. Die lophodonten Backzähne (Fig. 138, 140) charakterisieren sich durch die dicke Außenwand, welche neben dem ersten Querjoch eine turmförmige Erhebung bildet. Die Joche der unteren Backzähne sind rechtwinkelig gebogen, im Oberkiefer geradlinig. Die beiden bukkalen Höcker sind durch eine longitudinale Leiste vereinigt, möglicherweise werden das Cingulum und die queren Leisten schräg. Die Ränder der Leisten weichen von dem ursprünglichen einfachen Muster ab, so daß die Begrenzungslinien der Vertiefungen wellenförmig und unregelmäßig werden. Der 1. untere Prämolar ist kleiner und fällt frühzeitig aus. *Rh. bicornis* hat brachydonte Backzähne, aber mit dünner Zementlage. *Rh. simus* zeigt hypselodonte Backzähne, mit dicker Zementlage. Bei *Rh. africanus* hat das junge Tier 8 Schneidezähne, während sie beim erwachsenen Tiere fehlen; einige Arten behalten sie während ihres ganzen Lebens.

Bei *Rh. indicus*, das $\frac{2}{2}$ Schneidezähne besitzt, fehlen die äußeren, im Unterkiefer die inneren Schneidezähne. Die Backzähne sind fast hypselodont mit Zementlage auf der Krone. Der 1. Prämolar ist klein, er hat keinen Vorgänger im Milchgebiß und fällt frühzeitig aus; die anderen Prämolaren unterscheiden sich nicht merklich von den wirklichen Molaren und beide nehmen von vorn nach hinten an Größe zu. Die Kronen sind viereckig, an der bukkalen Fläche etwas breiter als an der lingualen und besitzen vier Wurzeln. *Dicerorhinus* hat I $\frac{1}{0}$; C $\frac{0}{1}$. Der laterale obere und der zentrale untere Schneidezahn fallen meist aus. Die Backzähne sind brachydont und zementlos. Die

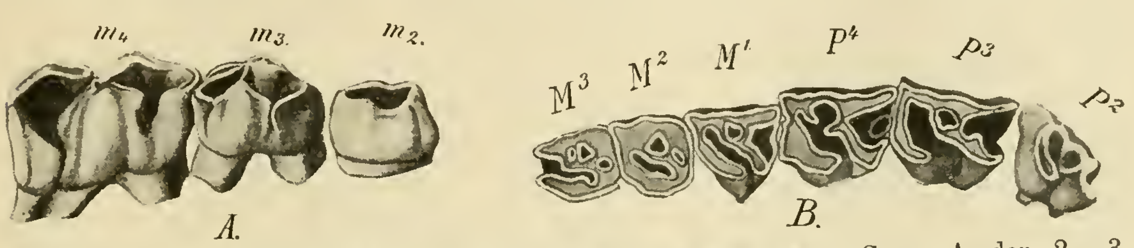


Fig. 138. **Backzähne von *Rhinoceros tichorhinus*** CUV. A der 2., 3., 4. Milchmolar des Unterkiefers, B die obere Backzahnreihe (P^1 fehlt) mit den verschiedenen Graden der Abnutzung.

Hyracodontidae haben brachydonte Backzähne, die Prämolaren werden erst allmählich molariform, doch bleibt das Diastema stets kurz. Im Gegensatz zu dieser Familie zeigen die Amynodontidae Spezialisierung. Hier sind die Eckzähne zu langen Hauern umgebildet; die großen Molaren sind hypselodont, während die Prämolaren nach Form und Zahl Reduktion erleiden. Die Rhinocerontidae zeigen obere Backzähne mit Ektoloph, von der das schräge Vor- und Nachjoch ausgeht. Weitere Schmelzfaltung fehlt. In der Jugend sind 4—3 untere Prämolaren vorhanden, von denen die hinteren molariform sind. *Hyrachyus* (Fig. 140) hat ein Gebiß, das an Palaeotherium erinnert und bunodonte Backzähne. *Hyracodon* aus dem Unter-Miozän besaß noch drei Schneidezähne, sowie P 4. Bei dem tertiären *Aceratherium lemanense* fehlten noch die Hornzapfen, während die Zahl der Schneidezähne reduziert war. Die Gebißformel war: I $\frac{2}{2}$; C $\frac{0}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. Die oberen Schneidezähne sind zu Hauern ausgebildet, welch letztere dem gehörnten Tiere fehlen. Das *Titanotherium* erinnert in Aussehen und in der Bezahnung an die Rhinocerontiden. Die Formel ist I $\frac{2}{3}$ — $\frac{0}{0}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$, $\frac{4}{3}$ oder $\frac{2}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Die zwei hinteren oberen Prämolaren sind molariform. Zwischen C und P schmales Diastema. Die oberen Molaren sind bunoselenodont mit zwei konkaven Außenhöckern und zwei Innenhöckern, die unteren Molaren seleno-lophodont. Eng verwandt mit dieser Gattung ist *Palaeosyops* mit der Formel

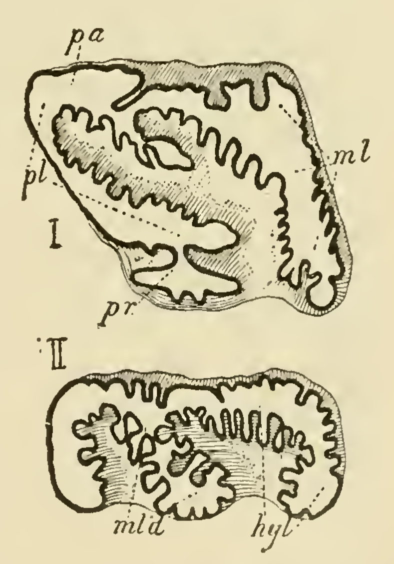


Fig. 139. I **Oberer Molar von *Elasmotherium sibiricum*.** *pa* Paraconus, *ml* Metaloph, *pl* Protoloph, *pr* Protoconus. II **Unterer Molar.** *hyl* Hypolophid, *mld* Metalophid. Nach M. WEBER.

$I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{4}$; $M\frac{3}{3}$. Die Prämolaren sind einfacher als die Molaren. Verwandt ist die fossile Gattung *Elasmotherium* (Fig. 139) mit $\frac{2}{2}$ P und $\frac{3}{3}$ M, welche wurzellos und prismatisch sind. Die Schmelzfalten der Joche sind in eine Reihe gekräuselter Falten angeordnet analog Hipparion. Diese Species schließt sich durch die doppelten Sichelprismen der Zähne den Rhinozeriden an.

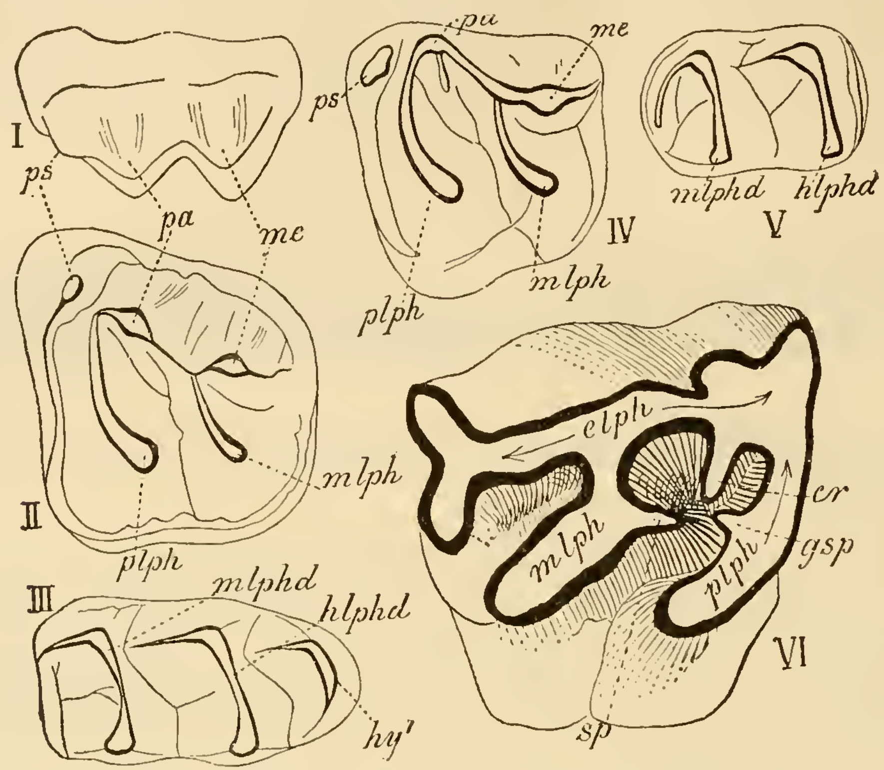


Fig. 140. I und II **oberer Molar von der Seite und von der Kaufläche**, III **unterer Molar von** ***Systemodon***, IV **oberer**, V **unterer Molar von** ***Hyrachyus*** (nach Osborn), VI **oberer Molar von** ***Rhinoceros*** (nach Blainville). *cr* Crista, *elph* Ectoloph, *gsp* Gegensporn, *hlphd* Hypolophid, *hyl* Hypoconulid, *me* Metaconus, *mlph* Metaloph, *mlphd* Metalophid, *pa* Paraconus, *ps* Parastyl, *plph* Protoloph, *sp* Sporn.

Zu den Perissodaktylen gehört auch das *Homalodontherium*, ein tertiäres Tier, das von Flower beschrieben wurde und $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{4}$; $M\frac{3}{3}$ zeigt. Die Zähne stehen ohne jede Lücke nebeneinander und verändern sich von vorn nach hinten zu so allmählich, daß kein Zahn sich wesentlich von seinen beiden Nachbarn unterscheidet. Die Formen der Schneide- und Eckzähne sind dreieckig, klein, mit Cingulum. Die Backzähne haben Wurzeln und relativ niedrige Kronen. Ihre abgenutzte Kaufläche gleicht dem Typus des Rhinoceros, die oberen Prämolaren sind fast molariform.

2. Unterordnung: **Artiodactyla. Paarzeher.**

Die Paarhufer stimmen in ihrem Gebisse darin überein, daß die Prämolaren kleiner sind als die Molaren und nicht mehr überall vollzählig ausgebildet werden, obwohl die Formel ursprünglich die typische Zahl von 44 Zähnen zeigt. Die oberen Schneide- und Eckzähne haben Neigung zu schwinden, desgleichen der untere 1. Prämolar. Der untere Eckzahn persistiert, wird aber meist incisiviform. Backzähne bunodont oder selenodont. Die 44 Zähne bilden eine geschlossene Reihe, sind brachydont, zementlos, mit geschlossenen Wurzeln.

Die vier Coni des bunodonten Zahnes stehen sich paarweise gegenüber und liefern durch Erhöhung zu Pyramiden die quadrituberkularen bunodonten Molaren der ältesten Suiden. Bei den älteren Ungulaten, Perissodaktylen sowie Artiodaktylen hatte das Gebiß noch viele Charaktere mit den Karnivoren gemein, namentlich in Bezug auf die Schneide- und Eckzähne; allmählich wurden diese Zähne schwächer. Die Prämolaren waren ursprünglich seitlich komprimierte Hügel und durch Hinzutreten von Höckern und Leisten verstärkten sich diese Zähne, ohne jedoch wie bei den Perissodaktylen die Breite und die Gestalt der Molaren zu erreichen. Diese Modifikationen nahmen beim hintersten Prämolar und dem vordersten Molar ihren Anfang und die Spezialisierung schritt nach divergenten Richtungen weiter, indem die Schneidezähne reduziert wurden und die Eckzähne sich vergrößerten oder auch ganz ausfielen; die Backzähne erhielten andere Gestalt und trennten sich als vier Prämolaren und drei Molaren, die bunodonte oder selenodonte Formen annahmen. In den älteren Gattungen (Anthrakoteriden bis zu den Anoplotheriden) war dieser Unterschied noch nicht so scharf ausgesprochen. Erst in den Suiden und Ruminantien der Gegenwart erreicht derselbe seinen Höhepunkt.

Die Artiodaktylen zählen viel mehr Mitglieder in ihrer Gruppe als die Perissodaktylen. Man kann zwei Abteilungen unterscheiden: die ursprünglicher gebauten schweineartigen Tiere, die Nicht-Wiederkäuer oder Bunodontien und die mehr spezialisierten Wiederkäuer, die Ruminantien oder Selenodontien.

A. Non-Ruminantia s. Suoidea s. Bunodontia.

Diese Tiere sind omnivor und zeichnen sich durch ein vollkommen entwickeltes bunodontes Gebiß aus, mit der Zahnformel I $\frac{2-3}{1-3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{3}$; M $\frac{3}{4}$. Die Höckerzähne sind bei den alten fossilen Formen durch den Besitz von fünf Höckern charakterisiert und werden erst später vierhöckerig und durch Hinzutreten weiterer Nebenhöcker zu Multikuspidaten (Suidae). Die Eckzähne, die stets auftreten, ebenso die Schneidezähne, von denen die äußeren ausgefallen sind, haben keine Wurzeln und sind besonders stark entwickelt. Die Suiden mit Omnivorengebiß gehören allen Weltteilen an und werden durch miozäne Gattungen (Palaeochoerus, Choerotherium) zu eozänen Formen mit fünfhöckerigen Molaren (Choeropotamus). Im Gebisse der Suiden ist meist nur der Eckzahn wurzellos, bei Phacochoerus jedoch auch der letzte Molar, welcher sich in seiner Form, ebenso wie der vorletzte Molar, einem Faltenzahne nähert. In den Schneidezähnen, die im Alter ausfallen, tritt bei verschiedenen Gattungen eine Reduktion von $\frac{3}{3}$ bis $\frac{2}{3}$ (Porcus) bis $\frac{1}{3}$ ein (Phacochoerus).

Bei den Familien der schweineähnlichen **Anthracotheriidae** prävalierte die Fünfzahl der Molarhöcker, der bunolophodonte Typus und der einfache Bau der Prämolaren, welche an die Karnivorenzähne anschließen. Die Zahnformel lautet für diese Gruppe I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. Bei *Anthracotherium* sitzen die spatelförmigen Schneidezähne ziemlich horizontal im Kiefer, die Eckzähne sind spitz, außen konvex, innen mit zwei seichten parallelen Furchen, die Canini

sind durch Diastema getrennt; die oberen Molaren zeigen fünf Hügel, von denen die äußeren V-förmig werden. Die unteren Molaren besitzen zwei Paar stumpfkegelige Höcker und ebensoviele Leisten, die in die Mitte der Zahnkrone gehen. Die oberen Prämolaren zeigen einen quadratischen Umriß. *Choeropotamus* hat abgerundete Eckzähne, die spitzkegelig auslaufen. Der 1. Prämolar mit starkem Hauptzacken ist zweiwurzelig und in beiden Kiefern von der Reihe abgerückt. Die oberen Molaren sind ziemlich quadratisch, der letzte kleiner als der vorletzte, jeder mit zwei Höckerpaaren und starkem Schmelzsaum und dicht gedrängten Nebenhöckern. Die unteren Molaren sind oblong. *Ancodus* hat spatelförmige Schneidezähne und kleine Canini, der untere ist incisiviform. Obere Molaren mit niedriger Krone, fünfhöckerig, die äußeren Höcker sind tiefe konkave Halbmonde; äußere Styli vorhanden.

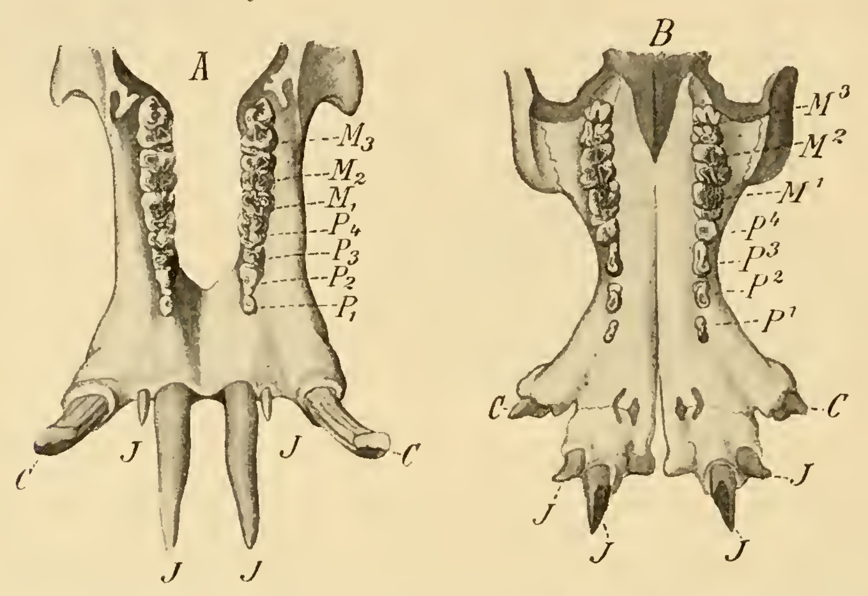


Fig. 141. **Schädel mit Gebiß von *Hippopotamus amphibius*.** A Unterkiefer, B Oberkiefer.

Obesa, Familie der Flußpferde, mit der Formel I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Ursprünglich hatte das Gebiß I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, wie dies bei den pliozänen indischen Arten der Fall war und die wegen ihrer 6 Schneidezähne auch zur Gattung Hexaprotodon zusammengefaßt wurden. Dieser hexaprotodonte Typus ging dann bei der afrikanischen und europäischen Species in den tetraprotodonten Typus mit $\frac{2}{2}$ Incisivi über, wie bei *Hippopotamus amphibius*. Individuell und mit zunehmendem Alter reduziert sich bei *H. liberiensis* die Zahl der unteren Schneidezähne auf einen einzigen jederseits. Bei *H. sivalensis* sind die unteren gleichgroßen Incisivi horizontal in gerader Linie nebeneinander gelegen, während die oberen fast vertikal stehen. Die oberen Eckzähne stellen stark gekrümmte Hauer dar, die unteren sind mäßig groß. Die oberen Backzähne (Fig. 142) zeigen höckerartige Erhebungen an

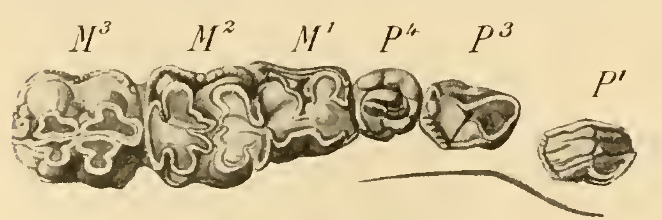


Fig. 142. **Rechtsseitige obere Backzahnreihe von *Hippopotamus sivalensis*.**

den vier Ecken. Die einzige lebende Gattung *Hippopotamus* führt in ihrer Bezahnung zu den Suiden über. Die Schneidezähne sind zu Stoßzähnen ausgebildet und keinem der anderen Säugetiere ähnlich. Sie sind durch eine weite Lücke voneinander getrennt und stehen fast vertikal, während die unteren, ebenfalls in der Mitte durch eine Lücke geschieden, horizontal liegen; das mittlere Paar ist besonders groß. Sie sind zylindrisch, nach der Spitze schief zugespitzt und längs gestreift; die oberen sind ebenfalls zylindrisch und zeigen eine innere schiefe Abnützungsfläche. Diese stumpfe Zuspitzung entsteht durch die partielle Verteilung des Schmelzes, der bei den oberen Zähnen in Längsbändern liegt, während er im Unterkiefer nur die Endspitze der Zähne bedeckt. Die unteren Eckzähne, ebenso wurzellos wie die Schneidezähne, wachsen beständig und erreichen eine bedeutende Größe (bei alten Männchen bis auf 70 cm Länge und 4—6 kg Gewicht); sie sind halbkreisförmig gebogen, oval, dreikantig, auf der Oberfläche mit Längsfalten und an der Spitze schief nach hinten und unten abgenutzt. Die oberen Eckzähne sind weniger lang, gleichfalls gekrümmt, aber kurz, an der Spitze, vorn schief abgerieben. Die Eckzähne wechseln, ebenso wie die Schneidezähne, fortwährend. Die vorderen Prämolaren sind komprimiert, der erste hat eine Wurzel und ist kegelförmig; er geht frühzeitig verloren; an Form sind die Zähne kleiner als die permanenten Molaren. Diese haben namentlich im abgenützten Zustande ein charakteristisches kleeblattähnliches Muster. Die vier Höcker sind anfangs durch eine tiefe longitudinale und noch tiefere quere Furche getrennt, doch war jeder Höcker dreilappig. Bei geringerer Abnutzung entstehen zuerst vier Kleeblätter, dann, nach Abschleifung der Längsfurche, zwei vierlappige Figuren und es bleibt nur ein einfaches Feld von Dentin zurück, das von Schmelz umgeben ist. Die Nilpferde benutzen ihre Schneide- und Eckzähne, um Wasserpflanzen zu entwurzeln, aus denen ihre Nahrung vorzugsweise besteht. Da diese Wurzeln mit Sand bedeckt sind, so ist es begreiflich, daß die Zähne schnell abgenutzt werden.

Suidae s. Setigera, Familie der Schweine, mit der typischen Gattung *Sus,* besitzt alle Zahnsorten, doch ist die Zahnreihe nicht vollkommen geschlossen. Die Formel des permanenten Gebisses lautet auf I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, kann aber, mit Ausnahme der Eckzähne, in allen Teilen Reduktion erleiden.

Struska gibt folgende Tabelle für Durchbruch und Wechsel der Zähne des Schweines an:

Zähne	Durchbruch	Wechsel
1. Schneidezahn, I_1	Von 2—5 Wochen	Mit 11—14 Monaten
2. Schneidezahn, I_2	Von $2^1/_2$—4 Monaten	Mit 16—20 Monaten
3. Schneidezahn, I_3	Vor der Geburt	Mit 7—10 Monaten
Hakenzahn, C	Vor der Geburt	Mit $8^1/_2$—10 Monaten
Lückenzahn, P_4	4—6 Monate	—
1. Backzahn, P_3	Von 5—9 Wochen	Von 13—16 Monaten
2. Backzahn, P_2	Oberkiefer 1—2 Wochen	Von 12—15 Monaten
3. Backzahn, P_1	Unterkiefer 2—5 Wochen	
4. Backzahn, M_1	Von 4—6 Monaten	—
5. Backzahn, M_2	Von 7—13 Monaten	—
6. Backzahn, M_3	Von 17—22 Monaten	—

Im Gebisse wird der 1. untere Prämolar nur einmal angelegt, er bricht nach Nehring gleichzeitig mit dem unteren 1. Molar durch und hat Neigung auszufallen. Die Spezialisierung der Molaren geschieht durch fortgesetzte Kerbung der Haupthügel. Von den Schneidezähnen prävalieren der 1. obere und die ersten beiden unteren, während der 2. und 3. obere und der 3. untere nach außen schnell abnehmen; letzterer kann schließlich selbst in Wegfall kommen.

Die horizontal stehenden Schneidezähne erfahren bei einzelnen Gattungen eine Reduktion bis zu $\frac{1}{3}$. Die Stellung dieser Zähne ist eigentümlich. Die an ihrer Basis getrennten oberen mittleren Schneidezähne berühren sich mit ihren Spitzen und der dritte ist ziemlich weit vom zweiten entfernt. Die unteren liegen dicht nebeneinander in einer starken Bogenlinie, fast horizontal; die dritten sind viel kleiner als die anderen in beiden Kiefern; die unteren Zähne zeigen auf ihrer oberen Fläche eine stark ausgebildete Schmelzleiste, die durch Abnützung schwindet. Die wurzellosen Eckzähne, durch einen Zwischenraum von den Schneidezähnen getrennt, sind stark, dreikantig, in beiden Kiefern nach oben und außen gekrümmt, sehr verlängert und namentlich beim Eber als Hauer eine gewaltige Waffe bildend und viel größer als bei der Sau. Beim wilden Eber sind diese Hauer bedeutend größer als beim zahmen. Nach der Kastration hört das Wachstum des Eckzahnes auf und bei der Milchbezahnung fehlen die charakteristischen Eigenschaften, welche die Hauer der erwachsenen Tiere zeigen. Die Backzähne sind alle schmelzfaltig. Die ältesten Species besaßen noch Eckzähne und Molaren nach Art der Karnivoren. Die Molaren zeigten fünf, später vier Höcker, die Monden ähnlich sind. Das Milchgebiß hat eigentlch vier Molaren, von denen der erste zurückbleibt, bis die zweite Dentition fast vollendet ist, und dann ausfällt, ohne daß ein permanenter Zahn an seine Stelle tritt. Man kann ihn als einen bleibenden Zahn betrachten, der keinen Milchzahn als Vorgänger hat. Es lassen sich fünf rezente Gattungen der Suiden unterscheiden. Von diesen ist *Sus scrofa s. europaeus* L. die im allgemeinen am meisten primitive. Im Gebisse wird der untere 1. Prämolar nur einmal angelegt; nach Nehring bricht er gleichzeitig mit M_1 durch und zeigt Neigung auszufallen. Die Spezialisierung der Molaren erfolgt durch fortgesetzte tiefere Kerbung der Haupthügel. Von den Schneidezähnen prävalieren $\frac{I^1}{I_1\ I_2}$, während $\frac{I^2\ I^3}{I_3}$ nach außen schnell abnehmen; I_3 kann schließlich sogar in Wegfall kommen. Die langen unteren Schneidezähne stehen horizontal und konvergieren. Für die anderen Genera sind nach der Form des Querschnittes des unteren Eckzahnes beim Männchen zwei Gruppen zu unterscheiden. Repräsentant der ersten ist *Sus scrofa,* bei dessen unterem Caninus die schmelzlose Hinterseite schräg steht und breiter ist, als die Außenseite. *Sus vittatus, S. leucomystax, S. cristatus, S. niger, S. papuensis, S. andamanensis.* Repräsentant der zweiten Gruppe ist *S. verrucosus,* wo die schmelzlose Lingualseite des unteren Caninus weit schmäler ist als die Fazialseite und der quer zur Längsachse des Schädels steht; die Molaren verhalten sich primitiver. Hierher gehören *S. celebensis, S. philippinensis, S. barbatus, S. longirostris.* Forsyth Major hält diesen Typus für den primären und den paläarktischen Scrofa-Typus für den abgeleiteten, da der Eckzahn des ersteren mehr den ursprünglichen Typus bewahrt und

diesbezüglich geringere geschlechtliche Differenzierung eingetreten sei als bei der Scrofa-Gruppe mit stärker differenziertem männlichen Eckzahn. Stehlin meint aber nachweisen zu können, daß diese geschlechtliche Differenzierung bereits bei *Palaeochoerus* im Oligozän auftrat und zwar, was den Querschnitt des Eckzahnes betrifft, ganz im Sinne von *S. scrofa*. *S. europaeus s. scrofa,* das Wildschwein, schließt sich in seiner Bezahnung der typischen Gattung an. *Phacochoerus s. Sus africanus,* das afrikanische Warzenschwein, besitzt unter allen Suiden die geringste Zahl Zähne. Von der ursprünglichen Formel I $\frac{1}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{2}$; M $\frac{3}{3}$ gehen allmählich die Incisivi verloren, ebenso die vorderen Prämolaren, während die Canini bleiben. Es fallen nämlich frühzeitig solche Zähne aus, die deutlich zur zweiten Dentition gehören und die nach vorn vom großen letzten Molar stehen. Damit reduziert sich die Zahnformel auf I $\frac{1}{3}$; C $\frac{1}{1}$; M $\frac{1}{1}$. Die Hauer werden bei dieser Species außerordentlich groß. Die oberen Schneidezähne, die oft fehlen können, sind stark gekrümmt und gegeneinander geneigt. Der einzige Prämolar ist sehr klein und stiftförmig. Eigentümlich ist der Bau der Molaren. Durch fortgesetzte Einkerbung und Ausbildung von sekundären Elementen der Krone, während die Haupthügel zurückgehen, entsteht ein hypseledonter komplizierter Zahn. In geringerem Maße geschieht dies beim 1. unteren Molaren, der zuerst infolge Abnutzung verloren geht; an seine Stelle tritt der 2. und schließlich der langgestreckte 3. untere Molar, der dann an den 4. Prämolaren reicht. Endlich fällt auch dieser aus und der 3. Molar bleibt allein im Unterkiefer übrig. Der ungeheuer lange hintere Molar zeigt drei Längsreihen von je 6—14 Höckern, die infolge der Abnützung etwa 30 unregelmäßige Schmelzinseln bezw. Dentininseln bilden, die von Schmelzringen umgeben sind und allmählich zusammenfließen. Jeder Höcker entspricht einer in den Wurzelteil hinabgehenden und hier offenen Röhre, von welcher aus das Wachstum des Zahnes fortschreitet, bis die Wurzel sich schließt. Nach Preiswerk fehlen die Perikymatien im Schmelz, was einen großen Schritt in der Differenzierung des Suidenschmelzes bedeutet, insofern bei hoher äußerer Differenzierung eine solche der Struktur Hand in Hand geht. *Sus s. Porcus babyrussa,* Hirscheber, hat die Eigentümlichkeit des Ebers, bei dem die oberen Eckzähne nach außen und oben gebogen sind, so daß die Oberlippe eingeschlossen ist und die schon bei Phacochoerus stark ausgeprägt ist im höchsten Grade. Formel: I $\frac{2}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{2}$; M $\frac{3}{3}$. Von den Schneidezähnen verlieren I $\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$ allmählich ihre Schmelzbekleidung, werden hypselodont und erhalten offene Wurzeln mit permanentem Wachstum. Die oberen und unteren Eckzähne sind ungeheuer entwickelt. Die oberen biegen sich so scharf nach oben um, daß sie die Lippe durchbohren, gehen dann etwas geradlinig aufwärts, und krümmen sich nach hinten, so daß die Spitzen dem Auge zugekehrt sind. Die unteren weichen in ihrer Gestalt nicht wesentlich ab. Ihr Querschnitt ist fast dreieckig und die Zähne stehen nach oben etwas über die Schnauze hinaus. Auch ihre Spitzen sind rückwärts gerichtet. Die Zähne sind schmelzlos und wachsen von offenen Pulpen, was bisweilen für das Tier schädlich ist, da die Spitze des Zahnes eine falsche Richtung einnehmen kann und dann in den Kopf oder in den Kiefer hineinwächst. Die Länge dieser Zähne erreicht

20—30 cm, obgleich das Tier kleiner als das Hausschwein ist. *Dicotyles torquatus* und *labiatus,* Bisamschwein, besitzt 6 Backzähne in jeder Reihe. Zahnformel: I $\frac{2}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$; die Molaren sind kaum verlängert und die hinteren Halbmonde noch sehr deutlich. Die Prämolaren werden von vorn nach hinten in steigendem Maße molariform. Die oberen Schneidezähne sind etwas hakig mit ringsum gekerbter Kaufläche. Die Eckzähne sind kräftige, aber kurze, bei geschlossenem Maule kaum hervorragende Hauer. Der erste Backzahn ist komprimiert kegelförmig, die vier folgenden vierhöckerig, der sechste mit unpaarem fünftem Höcker, der im Unterkiefer sich schon bei den drei vorletzten zeigt. Im Milchgebiß hat sogar der erste obere Backzahn drei Höcker, der dritte untere drei Höckerpaare. Die Vergrößerung der Kaufläche der Molaren ist nicht durch Verlängerung der letzteren erreicht, sondern durch Veränderung der Prämolaren (Stehlin). In der Zahnformel ist I^3 ausgefallen, da der fehlende Zahn nicht der 2. Incisivus ist (Nehring); dieser ist kleiner als der 1. Schneidezahn.

Die zahlreichen fossilen Formen verteilen sich auf verschiedene schon im Eozän bekannte Gattungen: *Leptochoerus, Cebochoerus, Hemichoerus* mit 5 höckerigen oberen Backzähnen, *Palaeocherus, Hyotherium.* Bei *Palaeochoerus* sind I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$ vorhanden. Die drei ersten Prämolaren sind ziemlich dick und einhöckerig. Die Molaren sind zweihügelig und jeder Hügel mit zwei Höckern, der letzte noch mit einem unpaaren großen Höcker. *Listriodon* hat nicht Höckerzähne, sondern Jochzähne. *Hyotherium* nähert sich mehr Dicotyles als dem gemeinen Schwein. Die Molaren haben zwei wenig getrennte Höckerpaare mit mittleren Warzenhöckern und vorderem und hinterem Wulst. Die unteren Molaren gleichen in den tief gefurchten Haupthöckern und den dazwischen gestellten Warzenhöckern wesentlich denen des gemeinen Schweines. Eine große schlanke zweihufige Schweineform ist *Elotherium ingens,* dessen mächtiges Gebiß (I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$) durch die raubtierartige Form der zum Teil konischen Vorderzähne und die scharfen Prämolaren an die Karnivoren erinnert. Die Backzähne sind alle durch scharfe Basalwülste ausgezeichnet.

B. Ruminantia s. Selenodontia.

Die Wiederkäuer haben unvollständige Bezahnung: I $\frac{0}{3}$; C $\frac{0}{1}$ $\frac{(1)}{(1)}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Milchgebiß: i $\frac{3}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{4}{4}$. Nicht nur die Eckzähne im Oberkiefer, sondern auch die Schneidezähne sind rückgebildet, während die unteren Incisivi sehr kräftig erscheinen und die Eckzähne die Form und Stellung von Schneidezähnen angenommen haben; die Backzähne zeigen statt der Tuberkel halbmondförmige Höcker: selenodonten Typus. Im Unterkiefer stehen 8 (mit den adaptierten unteren Eckzähnen), selten nur 6 schaufelförmige Schneidezähne. Die allgemeine Gestalt der Backzähne zeigt ziemlich feste Merkmale und einen ausgeprägten selenodonten Charakter. Die kleinen Prämolaren sind meist nur ein- bis zweilappig. — Der Kondylus des Unterkiefers ist quer gestaltet, nur bei den Tylopoden ist er sphärisch, während der Proc. coronoideus gerade ist und der Angulus mandibulae vorgezogen erscheint.

Struska stellt folgende Tabelle über Durchbruch und Wechsel der Wiederkäuer auf:

Tierart	Zähne	Durchbruch	Wechsel
Rind	1. Schneidezahn, I_1 2. Schneidezahn, I_2 3. Schneidezahn, I_3 4. Schneidezahn, I_4	Sind bei der Geburt vorhanden oder erscheinen in den ersten 2 Lebenswochen	In 18—20 Monaten Von 2—$2^1/_2$ Jahren Von $2^1/_2$—$3^1/_4$ Jahren Von 3—$4^1/_4$ Jahren
	1. Backzahn, P_3 2. Backzahn, P_2 3. Backzahn, P_1	Vor der Geburt oder bis zu 3 Wochen	Von 2—$2^2/_3$ Jahren
	4. Backzahn, M_1	Von 5—6 Monaten	—
	5. Backzahn, M_2	Von 15—18 Monaten	—
	6. Backzahn, M_3	Von 2—$2^1/_4$ Jahren	—
Schaf und Rind	1. Schneidezahn, I_1	Vor der Geburt oder in den ersten Lebenswochen	Von 12—18 Monaten
	2. Schneidezahn, I_2	Von 8—14 Tagen	Von $1^1/_2$—2 Jahren
	3. Schneidezahn, I_3	Von 10—21 Tagen	Von $2^1/_2$—3 Jahren
	4. Schneidezahn, I_4	Von 3—4 Wochen	Von $3^1/_2$—4 Jahren
	1. Backzahn, P_3 2. Backzahn, P_2 3. Backzahn, P_1	Vor der Geburt oder in den ersten 4 Lebenswochen	Von $1^3/_4$—2 Jahren
	4. Backzahn, M_1	Von 3 Monaten im Unterkiefer, von 5 Monaten im Oberkiefer	—
	5. Backzahn, M_2	Von 9—12 Monaten	—
	6. Backzahn, M_3	Von $1^1/_2$—2 Jahren	—

Die selenodonten Ruminantien beginnen bereits im Eozän mit den Hypotamiden bezw. Anoplotheriden, von denen sich die ersteren von den Anthrakotheriden nicht streng abgrenzen lassen und nur durch den ausgesprochenen selenodonten Charakter der Backzähne sich unterscheiden. Auch hier bilden fünflappige Molaren eines noch ziemlich indifferenten paläotherienähnlichen Gebisses den Ausgangspunkt. Außer den $\frac{3}{3}$ Schneidezähnen und mäßig vorspringenden Backzähnen waren P $\frac{4}{4}$ und M $\frac{3}{3}$ vorhanden; die Prämolaren einfach und noch wenig entwickelt: Dichobune, Caenotherium, Xiphodon. Die Divergenz in Geweihträger und Hohlhörner erfolgte erst viel später, nachdem die Molaren vierlappig geworden und die Spezialisierung des Gebisses unter Reduktion der oberen Schneidezähne und Komplikation der Prämolaren wesentlich vorgeschritten war. Mit dem Schwinden der Eckzähne stand das Auftreten der Stirnwaffen im Kausalnexus.

Anoplotheriidae, eine eozäne Familie der mittleren und unteren Tertiärschichten, zeigt ein ähnliches Gebiß, wie die Anthrakotheriden, die eher den Zwerghirschen gleichen, von diesen aber durch den Besitz von Schneidezähnen im Oberkiefer unterschieden sind. Die Zähne stehen in geschlossener Reihe; die Molaren sind seleno-bunodont mit fünf Höckern, von denen die äußeren Halbmonde bilden, die Prämolaren werden nach vorn kleiner. Die fünf Höcker entsprechen den fünf Urhügeln der Trigonodontie und zeigen einen vorderen Zwischenhügel und selenodonten Außenhöcker. P_4 nähert sich der Molarenform. Eckzähne incisiviform. Die Gattung *Anoplotherium commune* besaß die volle typische Säugetierformel; die Zähne waren fast gleich hoch, keiner von seinen Nachbarn besonders verschieden und standen dicht nebeneinander, so daß kein Diastema vorhanden war. Die Schneidezähne haben komprimierte, keilförmige, lange Wurzeln und breite zweilappige Kronen. Die Eckzähne sind nur

dicker, nicht länger. Die Backzähne (Fig. 143) zeigen zwei verschiedene Typen, im Unterkiefer halbmondförmige Prismen, im Oberkiefer verbundene Schmelzplatten oder Falten. Die unteren Molaren sind ganz nach dem Typus derjenigen des Rhinozeros gebildet. Die bei letzterem queren Leisten oder Blätter sind bei Anoplotherium noch mehr schräg, so daß sie fast parallel zur äußeren Wand stehen, und außerdem ist noch ein akzessorischer Pfeiler an der Innenseite der mesialen Leiste ausgebildet. Nicht weit entfernt von dieser Gattung und den Camelidae nahestehend in der Ausbildung der Backzähne ist das nordamerikanische *Oreodon* aus dem Mittelmiozän. Gebiß

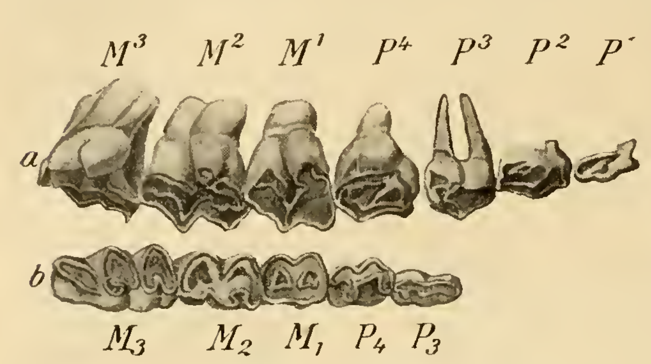


Fig. 143. a **Die obere Zahnreihe von** ***Anoplotherium commune*** Cuv. b **Die Kauflächen der fünf letzten Backzähne des Unterkiefers.** Nach Giebel.

geschlossen: $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{4}$; $M\frac{3}{3}$. Die oberen tetraselenodonten Backzähne besitzen bereits vier echte Monde und auch die Prämolaren sind bedeutend vervollkommnet. Wie viele andere tertiäre Ungulaten besaßen auch die Oreodontiden die typische Zahnzahl von 44; aber die Eckzähne sind stark entwickelt und die Größe derselben differiert nach dem Geschlecht des Tieres; die unteren Eckzähne haben die Form von Schneidezähnen, während an ihre Stelle der kaniniforme 1. Prämolar tritt (vgl. p. 71). Durch den Besitz von Oberkieferschneidezähnen unterscheiden sich die Oreodontiden von den Kameliden. Durch fossile Reste der Tertiärzeit sind ferner die Familien der Dichobuniden, Cänotheriiden und Xiphodontiden vertreten. Die Bezahnung von *Dichobune* neigt mehr zu den Suiden hin. Das Gebiß $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{4}$; $M\frac{3}{3}$ ist geschlossen, höchstens mit Lücken zwischen den vorderen Prämolaren und zwischen letzteren und dem Eckzahn. Obere Molaren fünfhöckerig bunodont und buno-selenodont. Die beiden ersten Backzähne des Unterkiefers sind stark komprimierte zweiwurzelige Prämolaren, der dritte hat schon zwei innere Höcker, die folgenden je zwei Höckerpaare; der letzte Backzahn zeigt noch einen hinteren fünften Höcker. Der Kondylus des Unterkiefers ist rundlich. *Agriochoerus* Leidy, aus dem Miozän, besitzt zahnlosen Zwischenkiefer, zwischen P und C ein Diastema, einen unteren 4. molariformen Prämolar. *Homacodon* Marsh, aus dem oberen Eozän, hat bereits quadratische Molaren, von denen der 1. und 2. sechs Tuberkel, der 3. fünf hat; die Haupthöcker sind pyramidal und zeigen bei Abnützung Andeutung eines selenodonten Musters. Als direkter Nachkomme darf nach Wortmann *Bunomeryx* aus dem Obereozän gelten. Diese Gattung gilt als Stammform der Tylopoden. Die progressiven Veränderungen des Gebisses $I\frac{2}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{3}$; $M\frac{3}{3}$ gegenüber den Tylopoden zeigen sich im Verschwinden des unteren Prämolaren, in dem mehr selenodonten Typus der Backzähne, namentlich des P^4, in der Halbmondform der äußeren Molarenhöcker im Oberkiefer, was bei *Dichobune* weniger der Fall ist; auch ist hier der vordere Höcker des Trigonids der unteren Molaren vorhanden, der bei *Bunomeryx* fehlt.

Das eozäne *Xiphodon* hat zwar die Formel von Anoplotherium, aber nähert sich im Typus der Backzähne entschieden den Ruminantien. Die Höcker haben Halbmondform angenommen, sie neigen darin zu den Selenodonten, daß der Hypoconus fehlt und nur die fünf Hügel

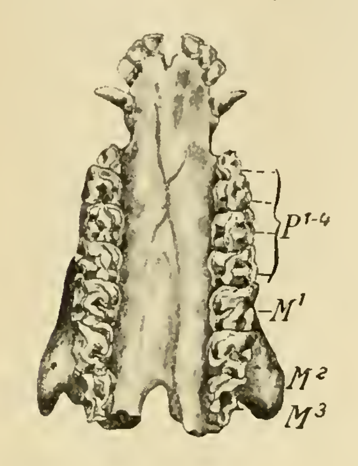


Fig. 144.

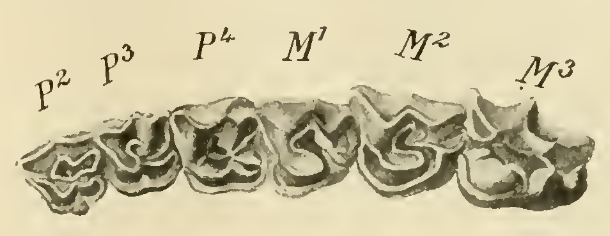


Fig. 145.

Fig. 144. **Oberkiefer mit den Zähnen von *Palaeotherium magnum*.** Ventralansicht.

Fig. 145. **Die oberen Backzähne von *Palaeotherium medium*.** Linke Kieferhälfte. (Der 1. Backzahn fehlt.) Verkleinert.

des Trigonids vorhanden sind. Die vier stark komprimierten einfachen vorderen Backzähne, namentlich der vierte, zeigen schon die Sichelgestalt der Prismen, bei den drei hinteren ist die paarige Anordnung der Sichelprismen ganz dem Typus der Ruminantienzähne entsprechend, nur sind die Kronen niedriger und die Prismen in starke Höcker erhöht. Das tapirähnliche *Palaeotherium* (Fig. 144—147) im Eozän und Miozän von Nordamerika und Europa, mit primitiven Pferdezähnen bewaffnet, zeigt die Bezahnung $I\frac{3}{3}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4}{3}$ oder $\frac{3}{3}$; $M\frac{3}{3}$; die brachydonten Zähne sind mehrwurzelig, ohne oder mit Zement, der 1. Prämolar ist der Backzahnreihe angeschlossen; zwischen ihm und dem

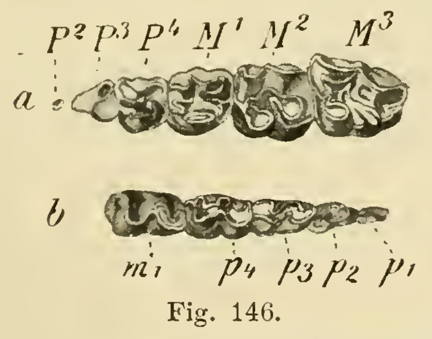


Fig. 146.

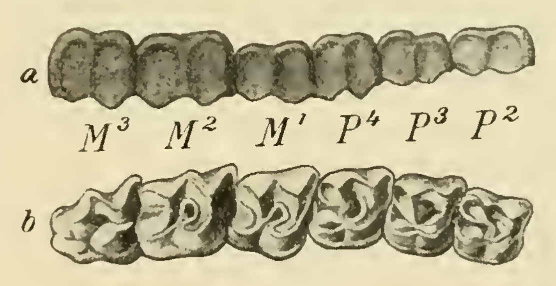


Fig. 147.

Fig. 146. a **Die linksseitigen oberen Backzähne eines jungen *Palaeotherium minus*,** b **die fünf ersten unteren Backzähne desselben Tieres vor dem Zahnwechsel.** (Die Zahlen bei b gehören in der Zeichnung unterhalb der Buchstaben.)

Fig. 147. **Die sechs oberen Backzähne der rechten Kieferhälfte von *Palaeotherium curtum*.** a Außenseite, b Kauflächen.

Eckzahn besteht ein Diastem; die oberen Backzähne haben W-förmige Außenwand und schräge Querjoche; die Unterkieferzähne zeigen schleifenförmige Innenhöcker. *P. medium* unterscheidet sich durch einen mehr ausgesprochenen Basalwulst der Molaren, welch letztere im Unterkiefer tief gebogene Sichelprismen zeigen, sowie plumpe kegelförmige Eckzähne. Bei der größten Species, *P. magnum,* aus dem Obereozän, werden die unteren Schneidezähne nach hinten zu kleiner, die oberen in umgekehrter Folge. Die oberen Eckzähne springen nur

wenig über die Backzähne hervor. *Propalaeotherium Isselanum* nähert sich sehr dem Tapir. Die halbmondförmigen Prismen der unteren Molaren vereinigen sich in der Mitte zu zwei Hügeln; die oberen sind den Formen der Lophiodonten ähnlich. Der Gattung *Macrauchenia* fehlt das dritte Prisma am letzten unteren Molar.

Tylopoda s. Camelidae, Familie der Schwielenfüßer, jedenfalls von den Oreodontiden abgezweigt, sind hornlose Ruminantien und besitzen im Gegensatz zu den anderen jetzt lebenden Wiederkäuern den dritten Schneidezahn des Zwischenkiefers, der in erwachsenem Zustande persistiert. In rudimentärer Form kann auch bisweilen der zweite Schneidezahn vorhanden sein und im Milchgebisse ist stets sowohl der zweite wie der dritte Schneidezahn entwickelt. Während in der Jugend alle Schneidezähne ausgebildet sind, ist die Zahl der unteren um zwei verringert. Dazu kommen starke Eckzähne in jedem Kiefer. Der untere Eckzahn bleibt kaniniform und ist durch ein kleines Diastema von den Schneidezähnen getrennt, der obere ist scharfschneidig und hakig gebogen. An Backzähnen sind $P \frac{2}{1}$; $M \frac{3}{3}$ vorhanden. Die typische Gattung *Camelus,* Kamel, hat die Formel $I \frac{1}{3}$; $C \frac{1}{1}$; $P \frac{3}{2}$; $M \frac{3}{3} = I \frac{0.\ 0.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$; $C \frac{1}{1}$; $P \frac{0.\ 2.\ 3.\ 4}{0.\ 2.\ (3).\ 4}$; $M \frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$. Das Milchgebiß: $i \frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$; $c \frac{1}{1}$; $m \frac{0.\ 2.\ 3.\ 4}{0.\ 2.\ 3.\ 4}$. Es fehlen also die beiden ersten Paare der oberen Schneidezähne, aber das äußere dritte Paar ist vorhanden und von mehr eckzahnähnlicher Gestalt. Die Eckzähne sind scharf zugespitzt, der untere steht ziemlich weit von den Schneidezähnen entfernt. Die ersten Prämolaren fehlen vollständig, der zweite folgt dem Eckzahn nach einer Lücke und ist ein spitziger kaniniformer Zahn. Der dritte Prämolar geht früh verloren, während der vierte bestehen bleibt. Die Molaren erhalten frühzeitig geschlossene Wurzeln und gehören zu dem Typus der Selenodonten; sie zeigen oben vier Halbmonde und flache Außenwand, unten zwei Halbmonde und flache Innenwand. *C. dromedarius,* Dromedar (Fig. 148), hat $P \frac{3}{3}$; $M \frac{3}{3}$. *Auchenia* lebte bereits zu der Diluvialzeit. Die Zahnformeln der amerikanischen Tylopoden weichen nicht erheblich von den altweltlichen ab: $I \frac{0}{3}$; $C \frac{1}{1}$; $P \frac{2}{1}$; $M \frac{3}{3}$. *A. glama*, Lama, hat $I \frac{1}{3}$; $C \frac{1}{1}$; $P \frac{2}{2}$; $M \frac{3}{3}$, wobei der 1. fast kaniniforme P des Kameles fehlt, oft auch der P_1. Die untermiozäne Gattung *Poëbrotherium* mit der vollständigen Zahnformel $I \frac{3}{3}$; $C \frac{1}{1}$; $P \frac{4}{4}$; $M \frac{3}{3}$ zeigt Zähne ohne große Zwischenräume, die Prämolaren haben einfache Schneiden; die Molaren neigen zur Hypseledontie und werden länger; die Eckzähne sind aber noch kaniniform. Bei der etwas jüngeren Miozängattung *Protolabis,* die auch die volle Bezahnung besitzt, ist der dritte Schneidezahn im Oberkiefer eckzahnähnlich, wie bei den jetzt lebenden Kamelen. Erst bei dem noch jüngeren *Procamelus* ist die Zahl der Schneidezähne auf $\frac{1}{3}$ reduziert, aber sämtliche anderen Zähne sind vorhanden, obschon P^3 bereits sehr zurückgeht. Bei der pliozänen *Pliauchenia* fehlt der 2. Prämolar im Unterkiefer. Bei *Eschatius* besteht nur der 4. Prämolar fort.

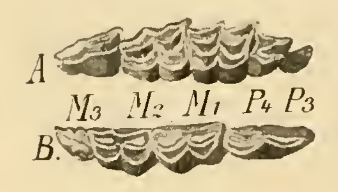


Fig. 148. A **Obere und** B **untere Backzahnreihe mit den Kauflächen von** *Camelus dromedarius.* 1/5 nat. Gr.

Boas stellt hier folgende Tabelle auf:

Aeltestes Miozän:	*Poëbrotherium*	$\frac{I^1\ I^2\ I^3}{I_1\ I_2\ I_3}$	$\frac{C}{C}$	$\frac{P^1\ P^2\ P^3\ P^4}{P_1\ P_2\ P_3\ P_4}$	$\frac{M^1\ M^2\ M^3}{M_1\ M_2\ M_3}$
Jüngstes Miozän:	*Procamelus*	$\frac{.\ .\ I^3}{I_1\ I_2\ I_3}$	$\frac{C}{C}$	$\frac{P^1\ P^2\ P^3\ P^4}{P_1\ P_2\ P_3\ P_4}$	$\frac{M^1\ M^2\ M^3}{M_1\ M_2\ M_3}$
Pliozän:	*Pliauchenia*	$\frac{.\ .\ I^3}{I_1\ I_2\ I_3}$	$\frac{C}{C}$	$\frac{P^1\ P^2\ P^3\ P^4}{P_1\ .\ P_3\ P_4}$	$\frac{M^1\ M^2\ M^3}{M_1\ M_2\ M_3}$
Jüngstes Pliozän und Jetztzeit	*Camelus*	$\frac{.\ .\ I^3}{I_1\ I_2\ I_3}$	$\frac{C}{C}$	$\frac{P^1\ .\ P^3\ P^4}{P_1\ .\ .\ P_4}$	$\frac{M^1\ M^2\ M^2}{M_1\ M_2\ M_3}$
	Auchenia	$\frac{.\ .\ I^3}{I_1\ I_2\ I_3}$	$\frac{C}{C}$	$\frac{.\ .\ P^3\ P^4}{.\ .\ .\ P_4}$	$\frac{M^1\ M^2\ M^3}{M_1\ M_2\ M_3}$
	Eschatius	$\frac{.\ .\ I^3}{I_1\ I_8\ I_3}$	$\frac{C}{C}$	$\frac{.\ .\ .\ P^4}{.\ .\ .\ P_4}$	$\frac{M^1\ M^2\ M^3}{M_1\ M_2\ M_3}$

Protylopus Wortmann, aus dem Obereozän, hatte die Größe eines Hasen und I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$ in geschlossener Reihe; die Molaren des Oberkiefers sind tetraselenodont, die Prämolaren einfach mit zunehmender Komplikation nach hinten.

Tragulidae, Familie der Zwergmoschustiere, schlanke Wiederkäuer ohne Geweih, mit stark entwickelten hauerartigen, säbelförmigen oberen Eckzähnen beim Männchen, einfach gebauten Prämolaren und unteren schneidezahnartigen Eckzähnen. Die oberen Schneidezähne fehlen, die unteren sind spatelförmig, der incisiviforme Caninus schließt dicht an die Schneidezähne an. Zwischen C und P ein Diastema. Die Prämolaren einfach schneidend; P_4 mit starkem Innenhöcker, der oben einen Halbmond bildet. Die vordere Hälfte der unteren brachydonten Molaren zeichnet sich durch kammförmige Leisten aus und der 5. Tuberkel fehlt; das Gebiß schließt sich an miozäne Paarhufer (Lophiomeryx) an. Die typische Gattung, der fossile *Tragulus javanicus*, hat I $\frac{0}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Die Eckzähne wachsen fortdauernd, während dieselben beim Weibchen beschränktes Wachstum zeigen. An das rezente *Hyomoschus* schließt sich das miozäne *Dorcatherium* Kaup eng an, hat aber P $\frac{3}{4}$, während erstere Gattung die Formel I $\frac{0}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$ zeigt. — Die Traguliden zeigen einen zarten Unterkiefer, einen schmalen Kondylus und einen kurzen Proc. coronoideus.

Unter der Bezeichnung **Pecora** werden die Familien der Cervidae, Bovidae und Camelopardalidae in eine Gruppe zusammengefaßt, deren Gebiß viele charakteristische Merkmale gemein hat. In der Formel I $\frac{0}{3}$; C $\frac{0-1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$ fehlen stets die oberen Incisivi und der obere Eckzahn sehr oft; die unteren Schneidezähne sind spatelförmig und horizontal liegend, der untere Caninus schließt sich in seiner Form den Schneidezähnen an. Kein Prämolar ist kaniniform und alle bilden mit den Molaren eine geschlossene Reihe, die von den Vorderzähnen durch ein weites Diastema getrennt ist; sie sind molariform und echt tetraselenodont, indem der Protoconulus (der 5. Höcker) der Vorfahren verloren ging. Die Backzähne bleiben brachydont oder erhalten in verschiedenem Grade hypselodonte Form, indem sich die Wurzeln erst spät schließen, wodurch dann auch der Zahn den prismatischen Typus erhält. Das

zahnlose Prämaxillare ist schwach und hat große Foramina incisiva. Der Unterkiefer zeigt einen querverlängerten Kondylus und einen abgerundeten Angulus.

Cameloparдalidae, Familie der Giraffen, mit zwei schwachen Stirnhöckern und der Formel I $\frac{0}{3}$; C $\frac{0}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. *Camelopardalis giraffa*, Giraffe (Fig. 149). Die Schneidezähne haben kurze, breite, löffelförmige, zweilappige Kronen von innen nach außen an Größe beträchtlich zunehmend; der untere Caninus, früher als äußerer Schneidezahn gedeutet, besitzt eine sehr breite, in drei ungleiche Lappen geteilte Krone. Backzähne brachydont, die oberen ohne innere Styli. Die drei Prämolaren stellen nur die Hälfte der drei hinteren Molaren dar. Die Kronen der oberen sind fast quadratisch mit nicht starktiefen Sichelgruben. Die Molaren haben kurze stumpfe Basalhöcker an der Innenseite zwischen den konvexen Prismen. Im Unterkiefer schnürt sich an den 2. und 3. Backzahn der hintere kleine Teil etwas ab und nur der 4. zeigt einen Basalhöcker in der Mitte der Außenseite. Das *Sivatherium*, aus den indischen Sivalikschichten, unterscheidet sich von der vorigen Gattung durch die stärkere Divergenz der oberen Backzahnreihen nach vorn, durch die Verdickung der Basis besonders an den drei hinteren Backzähnen. Basalzapfen und Fältelung des Schmelzsaumes der Sichelgruben fehlen.

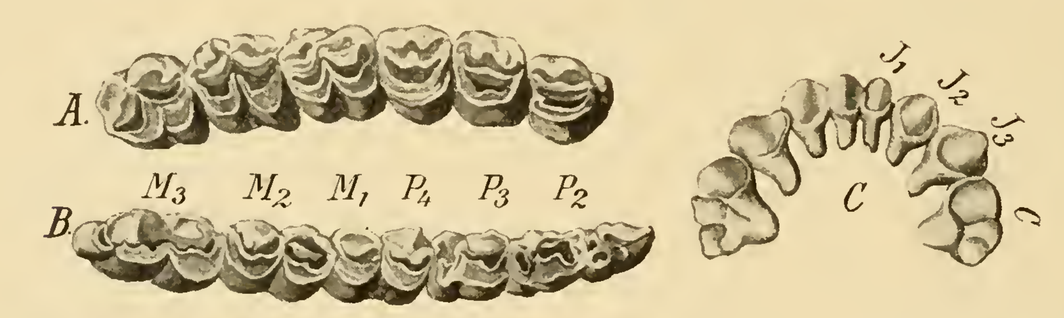


Fig. 149. Gebiß von *Camelopardalis giraffa*. A obere Backzahnreihe mit den Kauflächen der rechten Kieferhälfte, B die untere Reihe, C die unteren 6 Schneidezähne und die beiden Eckzähne. Innenansicht.

Cavicornia s. Bovidae, Familie der Horntiere, Wiederkäuer ohne obere Schneidezähne und Eckzähne und mit Hohlhörnern bei beiden Geschlechtern. Die Prämolaren sind molariform und bilden mit den Molaren eine geschlossene Reihe. Das Maxillare hat meist eine große Ausdehnung auf der Gesichtsfläche, während das Praemaxillare klein ist und keine Zähne trägt. Die ältesten Formen finden sich im Obermiozän (A n t i l o p e). Die Zahnformel ist I $\frac{0}{3}$; C $\frac{0}{0\ (1)}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Der fehlende Prämolar ist P¹. Die prismatischen Kronen sind verhältnismäßig höher; es sind echte hypselodonte Zähne und zwar Säulen, deren Prismen fast ohne Hals in die Wurzel gehen. Sie sind teils niedriger mit schlanken komprimierten Säulen (Antilope, Ziege), oder die hohen Säulen werden zylindrisch (Rind). Stets sind die Zähne tetraselenodont. Man unterscheidet drei Unterfamilien.

Die A n t i l o p i n a e, Gruppe der Antilopen, mit *Antilope* (Fig. 150, 151). Eckzähne fehlen beständig. Die Backzähne haben oft einen bis zur Kaufläche hinaufreichenden Zylinder, der bisweilen so tief in

den Zahn eingesenkt ist, daß man ihn nur an der freien Schmelzinsel auf der Kaufläche erkennen kann. Die Sichelgruben sind breit und winkelig. Bei *Catoblepas gnu*, das Gnu, liegt der akzessorische Schmelzzylinder ganz in der Zahnsubstanz und ist seitlich nicht sichtbar, die Sichelgruben sind vierseitig mit ausgezogenen Ecken. *Cephalophus* mit brachydonten Backzähnen, Krone durch Wulst scharf von der Wurzel abgesetzt, Zahnprismen abgerundet, Basalsäulen nur angedeutet. Zentrale Incisivi sehr breit. *Rupicapra*, die Gemse, besitzt obere niedrige, quadratisch geformte Backzähne mit schlanken, kantig komprimierten Säulen und mit schmalen Sichelgruben. Bei *Gazella* sind die Backzähne oft hoch, aber mit scharfkantigen komprimierten Säulen. Von den steilen Incisivi sind die zentralen breit.

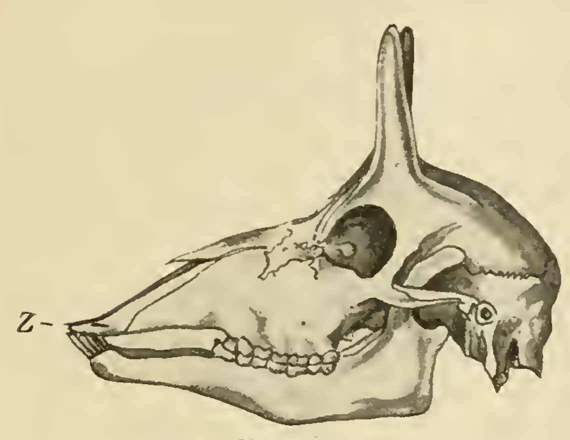


Fig. 150.



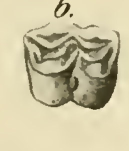


Fig. 151.

Fig. 150. **Schädel von *Rupicapra rupicapra*** L. mit dem zahnlosen (*Z*) Praemaxillare.

Fig. 151. **Der letzte Molar des** (a) **Unterkiefers und ein Backzahn** (b) **des Oberkiefers von *Antilope recticornis*.**

Die Ovinae, Gruppe der Schafe und Ziegen, zeichnen sich durch weniger hypselodonte Backzähne aus; die Sichelgruben sind sehr schmal und der Mangel des akzessorischen Schmelzzylinders unterscheidet sie von den Antilopinen und Bovinen. Die hinteren Backzähne des Unterkiefers haben vorn eine stark nach außen vorspringende Kante. Es gehören hierher die Gattungen *Ovis aries*, das zahme Schaf (Fig. 152); *Capra hircus*, die Hausziege; *C. ibex*, Steinbock. *Antilocapra* hat hypselodonte Backzähne, ohne Wulst, langgestreckte, unter sich gleiche Incisivi.

Die Bovinae, Gruppe der Ochsen und Büffel, besitzt große hypseleodonte Zähne mit hohen zylindrischen Prismen, akzessorischen Säulen und Schmelzfaltung. Die Zähne wachsen weiter, während ein beträchtlicher Teil derselben abgenutzt ist, so daß die Krone sich verlängert und die Wurzel klein bleibt. Die Zwischenräume der Schmelzzylinder sind mit Zement ausgefüllt. Die Gattung *Bos taurus*, Stier oder Ochse (Fig. 153, 154), zeigt Schneidezähne, die oft bis auf die Basis abgenutzt sind. Der 1. Backzahn ist sehr klein, die beiden folgenden mit nur schwacher Falte statt des zweiten Sichelpaares, die drei hinteren mit stark vorspringenden Kanten, mit mehr oder weniger akzessorischem Schmelzzylinder und mit breiten ungleichmäßig vierseitigen, oft sehr verzogenen Sichelgruben. *Bos primigenius*, Auerochs, wird als Stammform des Hausrindes betrachtet. Die Spitzen der Sichelgruben sind abgerundet, sehr kurz, der Schmelzzylinder schwach, während letzterer bei *Bubalus*, dem Büffel, breit oval ist.

Cervidae, Familie der Hirsche, meist mit Geweihen beim männlichen Geschlechte und häufig oberen Eckzähnen, die bei dem echten Moschustier wurzellos sind und eine bedeutende Größe erreichen.

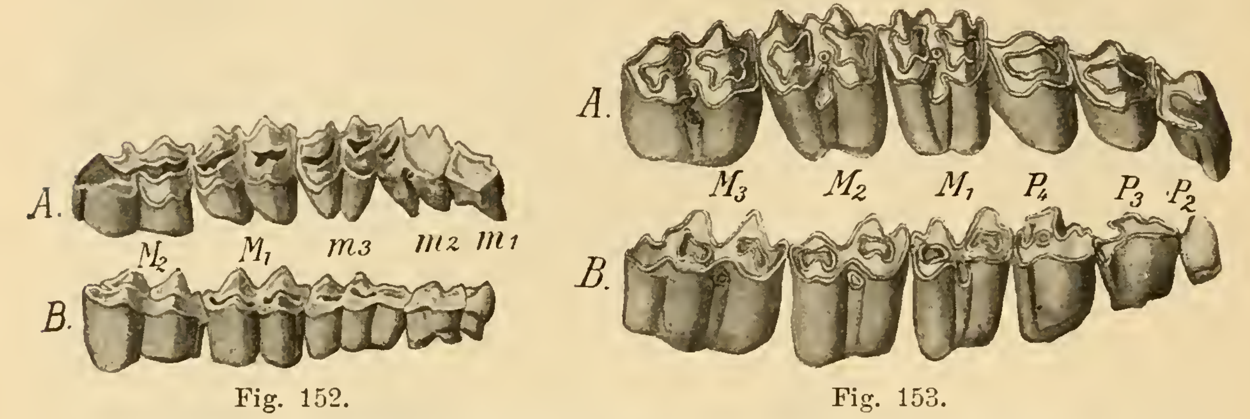


Fig. 152. Fig. 153.

Fig. 152. **Die rechtsseitigen Backzahnreihen beider Kiefer von *Ovis aries*.** Die vorderen Backzähne sind die Milchzähne, während der letzte Backzahn noch nicht erschienen ist. A die obere, B die untere Reihe.

Fig. 153. A **Obere und** B **untere rechtsseitige Backzahnreihe mit den Kauflächen von *Bos taurus*.**

Die Zahnformel der Familie lautet: I $\frac{0}{3}$; C $\frac{1-0}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Selten fehlt der obere C. Wenigstens M^1 ist brachydont; den dünnen Wurzeln gegenüber setzt sich die Krone durch einen verdickten Wulst ab. Die Backzähne zeigen nur geringe Höhe der Kronen. Die Cerviden lassen sich auch auf die oligozäne Gattung Gelocus zurückführen, dessen Bezahnung bereits hirschähnlich war. An den oberen Molaren war bereits der 5. Höcker verschwunden und die vier zurückgebliebenen zu plumpen Monden gestaltet. Der 4. Prämolar im Oberkiefer fehlt, ebenso hat der untere Eckzahn incisive Form, während der

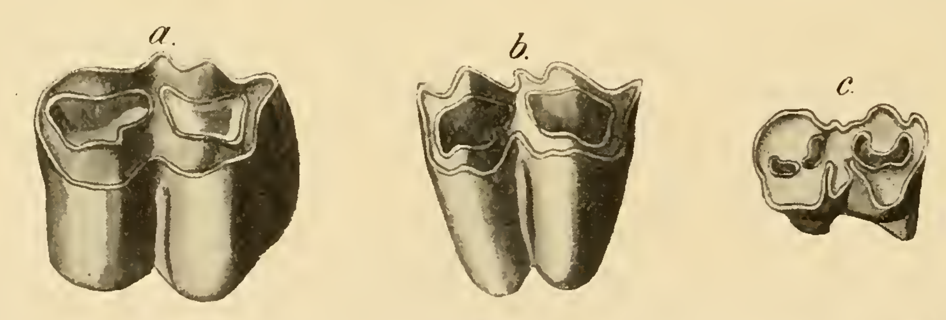


Fig. 154. a, b **Zwei einzelne Backzähne des diluvialen *Bos primigenius* und** c **ein abgenutzter dritter unterer Molar von *Bos taurus*.** Nach GIEBEL.

obere fast säbelartig ist. Dann folgen die miozänen Species *Prodremotherium* und *Palaeomeryx,* die sich in das Obermiozän fortsetzen. Die Arten der letzteren Gattung haben einen charakteristischen Wulst an der konvexen Seite des vorderen Sichelprismas. Im Mittelmiozän treten dann die ersten echten Hirsche in der Gattung *Cervus* auf. Das Maxillare tritt bei den Cerviden zurück und der Alveolarfortsatz ist niedrig, entsprechend den brachydonten Backzähnen. Die Hirsche haben selten untere Eckzähne, einige Arten jedoch obere bei Männchen und Weibchen oder nur bei ersteren. Die Schneidezähne nehmen von den mittleren nach den äußeren an Größe ab;

die scharfschneidigen Kronen sind etwas nach außen gebogen und nicht gelappt. Von den Backzähnen sind die drei vorderen einfach, der 1. klein, stark komprimiert und zweiwurzelig, der 2. und 3. besitzt ein Sichelpaar mit hinterer starker Falte, welche das zweite Sichelpaar andeutet; der 4. und 5. Zahn ist aus zwei gleich großen Sichelpaaren gebildet; der 6. untere besitzt noch ein hinteres unpaares Sichelprisma. Zwischen den konvexen Prismen erhebt sich ein kleiner zitzenförmiger Basalhöcker. Bei *C. capreolus*, Reh — ohne Eckzahn — sind die kleinen Basalhöcker vorhanden (Fig. 155), dagegen nicht bei *C. elaphus*, Edelhirsch (Fig. 156). *C. muntjac* s. *Cervulus*, der indische Muntjakhirsch, zeichnet sich durch auffallend lange gekrümmte Eckzähne aus, die nach außen um die Oberlippe herum sich erstrecken, wie die Hauer beim Eber, aber sie wachsen nicht von offenen Pulpen und fehlen beim Weibchen. Bei *C. tarandus* s. *Rangifer*, Renntier, sind die oberen Sichelgruben nur schwach gekrümmt und die drei hinteren Backzähne des Oberkiefers zeigen kleine Basalkegel. Beide Geschlechter haben Eckzähne. *C.* s. *Alces palmatus* s. *machlis* Ogilby, Elch oder Elen, zeigt scharf vorspringende Kanten der Backzähne, sehr tief gebogene Sichelgruben der drei hinteren Zähne des Oberkiefers, kleinen Basalhöcker am letzten Molar des Oberkiefers und viel stärkere Basalhöcker der drei hinteren unteren Backzähne. Eckzähne fehlen. *Dama Dama*, Damhirsch, mit kurzen Backzähnen. Oberer Eckzahn fehlt.

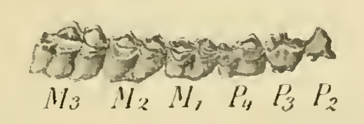


Fig. 155. **Rechtsseitige Backzahnreihe des Unterkiefers von *Cervus capreolus*.**



Fig. 156. **Ein oberer hinterer Backzahn mit Kaufläche von *Cervus elaphus*.**

Moschinae, Familie der Moschustiere, den Cerviden verwandte Tiere ohne Geweih und mit beständig wachsenden hauerartig entwickelten Eckzähnen beim männlichen Geschlecht, die weit aus dem Maule hervorragen; beim Weibchen fehlen dieselben oder sind sehr verkümmert. Cuvier machte zuerst auf die Beziehungen der Hörner zu den Eckzähnen aufmerksam, da letztere da fehlen, wo erstere vorhanden sind. Die Eckzähne dienen nur den geschlechtlichen Kämpfen und sind wahrscheinlich von keinem anderen Nutzen für das Tier, während ein geweih- oder hörnertragendes Tier derselben nicht bedarf. Das vollständig hornlose Moschustier, *Moschus moschiferus*, würde also keine Waffe zur Verteidigung haben, wenn es keine Eckzähne besäße. *Hydropotes* Swinh. ist geweihlos und zeigt beim Männchen großen Eckzahn. Die Backzähne sind hypselodont.

Zwei andere lediglich fossile Ungulatenordnungen sind die Amblypoden und die Toxodontien mit den Litopterna.

Die **Amblypodae**, aus dem Eozän Amerikas, die primitivste Ordnung der Ungulaten, steht in engem genetischen Zusammenhange mit den Kondylarthren. Die stets brachydonten Molaren haben dreieckige trituberkulare Krone. Hierher gehören die Gattungen *Coryphodon* (Alteozän) und *Dinoceras* (Obereozän). *Coryphodon* (Fig. 157,

nach dem Skelett zu urteilen, glich einem Bären; mächtig vorspringende Eckzähne bildeten eine furchtbare Waffe. *Dinoceras* war von Elefantengröße, mit 6 Knochenhöckern versehen, von denen zwei auf der Nase, zwei am hinteren Schädelteile und zwei über den Wurzeln der gewaltigen Eckzähne sich erhoben. Die Zahnformel dieser Tiere ist I $\frac{0}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3-4}$; M $\frac{3}{3}$. Die unteren Schneidezähne sind klein, ebenso die Eckzähne, letztere incisiviform; die Eckzähne des Oberkiefers stellen lange Hauer vor, die weit über den Unterkiefer herabhängen, der deshalb vertikal nach abwärts geneigte Fortsätze bildet; der aufsteigende Ramus ist niedrig, der Kondylus nach hinten gerichtet. *Pantolambda cavicinctus* gehört nach Cope zu den Taligrada, kleine Tiere mit geschlossenem Gebisse, das 44 Zähne zählt, runde Canini hat und trituberkulare oder trigonodonte Molaren, die bei Periptychus (Condylarthra) bunodonten Charakter und bei Pantolambda selenodonten Charakter annehmen (Fig. 157).

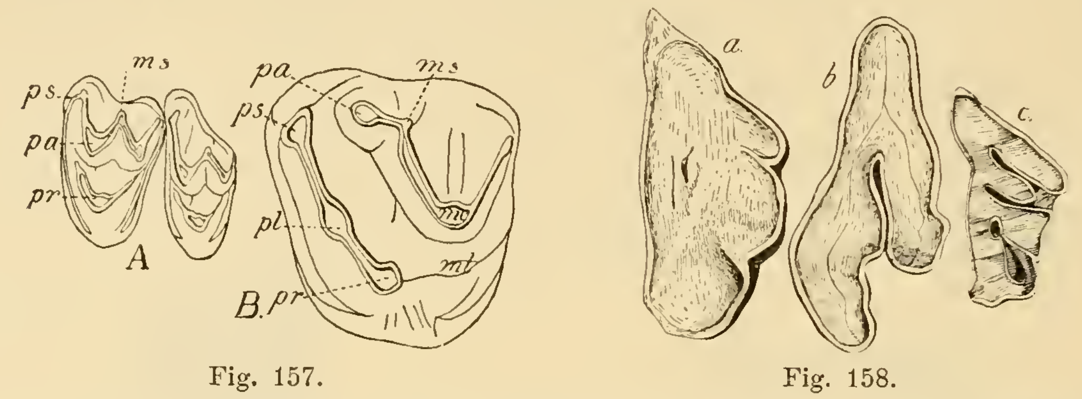


Fig. 157. Fig. 158.

Fig. 157. A **Diagramm vom 2. und 3. oberen Molar von** ***Pantolambda cavicinctus.*** Nach Osborn. B **Oberer Molar von** ***Coryphodon.*** Nach Matthew. *ps* Parastyl, *pl* Protoconulus und *pr* Protoconus, bilden in B den Protoloph (Vorjoch), *pa* Paraconus und *me* Metaconus den Ectoloph (Außenwand), *ms* Mesostyl, *ml* Metaconulus.

Fig. 158. **Kaufläche des zweiten rechten oberen Molaren von** a ***Typotherium*** (nat. Gr.), b ***Toxodon platensis*** (1/2 nat. Gr.), c ***Toxodon imbricatus*** (1/2 nat. Gr.). Nach Lydekker.

Die **Toxodontia**, mit der Gattung *Toxodon*, einem großen abnormen Tier. Das geschlossene Gebiß I $\frac{2}{3}$; C $\frac{0}{1}$; P $\frac{2-4}{3-4}$; M $\frac{3}{3}$ zeigt 2 kleine innere und 2 große äußere Schneidezähne im Oberkiefer und 6 im Unterkiefer. Die Eckzähne fehlen oder sie sind sehr klein. Während die Schneidezähne an die Nagezähne erinnern, gleichen die wurzellosen Backzähne denen der Edentaten. Sie haben eine gebogene Form, wie überhaupt alle Zähne gekrümmt und von unbeschränktem Wachstum sind; der konvexe Teil ist nach außen und der konkave Teil nach der Medianlinie des Gaumens liegend (Fig. 158). Die Wurzeln der Schneidezähne erstrecken sich, wie bei den Rodentien, bis zu den Molaren, die Eckzähne sind scharfkantig und die Kronen nur teilweise mit Schmelz bedeckt; sie gleichen den lateralen Schneidezähnen; von diesen überwiegt das innere Paar die übrigen; sie haben sämtlich noch Wurzeln.

Die Backzähne der **Typotheria** (vgl. Fig. 158) sind weniger kompliziert durch innere Schmelzfalten als bei den Toxodontien. Die Typotherien zeigen namentlich in der Schädelform (wie der lebende Hyrax) eine auffallende Aehnlichkeit mit Rodentien. Die südamerika-

nischen **Litopterna**, langschnauzige Digitigraden, zeigen eine in vieler Hinsicht entgegengesetzte Anpassung. Sie charakterisieren sich durch ein vollständiges Gebiß, das aber Neigung zu Reduktion im vorderen Teil zeigt; alle Zähne haben Wurzeln. Es sind teils gewaltige hauerartige Eckzähne vorhanden, kurzkronige und lophodonte oder selenodonte gefaltete Backzähne. Auffallend sind die merkwürdigen Falten der unteren Backzähne von *Scalabrinitherium* Amegh., *Proterotherium* Amegh. mit der Formel I $\frac{1}{2}$; C $\frac{0}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. Neben Reduktion der Schneidezähne und Canini steht der Fortschritt der Prämolaren, von denen die hinteren bereits den Molaren ähnlich sehen und brachydont sind, unten mit zwei Halbmonden, oben mit W-förmiger Außenwand. Bei *Macrauchenia* Owen, der jüngsten Form aus dem Pliozän Argentiniens, fehlt das dritte Prisma am unteren Molar. Das Gebiß von *Astrapotherium* hatte die Formel I $\frac{0}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{1}$; M $\frac{3}{3}$. Die Bezahnung erfuhr Reduktion in den Prämolaren. Die hauerartigen Zähne im Oberkiefer betrachtet Lydekker als Incisivi. Die Prämolaren sind einfach, die Molaren lophodont.

10. Ordnung: **Proboscidea.**

Die Proboszidier oder Pachydermen sind Vielhufer mit langem Rüssel. Das Gebiß der einzelnen Tiere zeigt die stark reduzierte Formel I $\frac{1}{0}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$ = p $\frac{2.\ 3.\ 4.}{2.\ 3.\ 4.}$; M $\frac{2.\ 3.\ 4.}{2.\ 3.\ 4.}$. Die oberen Schneidezähne werden gewechselt; die bleibenden sind immer wachsend, konisch und die Schmelzspitze nutzt sich schnell ab. Von den 6 Backzähnen jeder Kieferhälfte sind die 3 vorderen die Milchmolaren. Nur je zwei sind gleichzeitig im Gebrauch; nach Abnutzung findet Ersatz von hinten her statt. Die Zähne sind groß und bestehen aus hohen, mit Schmelz bedeckten Dentinlamellen, dazwischen liegt Zement. Besonders mächtig entwickelt sind die senkrecht gestellten Praemaxillaria mit ihren großen wurzellosen Stoßzähnen, die das ganze Leben hindurch fortwachsen. Bei den lebenden Elephantiden findet sich ein Paar Stoßzähne im Zwischenkiefer, während bei fossilen Arten außerdem noch ein Paar kleiner Stoßzähne im Unterkiefer vorhanden waren. Ueberhaupt hatten die alttertiären Vorfahren, wie Palaeomastodon und Moeritherium, ein fast vollständiges Gebiß. Palaeotherium hat weniger Schneidezähne. Die 6 Backzähne von Palaemastodon zeigen schon ganz und gar den Typus von Mastodon, sie sind gleichzeitig vorhanden, und die permanenten Molaren haben Vorgänger im Milchgebisse. Innerhalb der Gattung Mastodon findet dann die Umwandlung des vertikalen Zahnersatzes in den horizontalen statt. Bei den ebenfalls fossilen Dinotherien waren nur die Stoßzähne des Unterkiefers entwickelt. Vier Schneidezähne im Unterkiefer und 6 im Zwischenkiefer — von denen jederseits einer stoßzahnähnlich vergrößert ist — fanden sich bei den Moeritherien, den ältesten Proboszidiern. Das eozäne *Moeritherium* hatte die Formel I $\frac{3}{2}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$; die oberen zentralen Schneidezähne sind zu Stoßzähnen vergrößert und die Molaren bunolophodont. Backzähne sind je nach dem Alter, meist nur ein oder zwei in jedem Kiefer vorhanden; bei den Mastodonten und Dinotherien auch Höckerzähne mit normalem Zahnwechsel. Die

Backzähne des Elefanten sind aus vielen parallel hintereinander gestellten, durch Zement verbundenen Platten zusammengesetzt und unterliegen einem horizontalen Ersatz; auf der Kaufläche zeigen die Zähne quere rhombische von Schmelz begrenzte Felder. Bei den Mastodonten fehlt das Zement und es erheben sich auf der Kaufläche zitzenförmige Höcker, welche paarig auf Querjochen stehen. Die Krone ist verhältnismäßig sehr hoch und wächst sehr lang; die Wurzel ist kurz. Nach Owen gelangen im ganzen 3 Prämolaren und ebensoviele Molaren zur Entwicklung, doch sind niemals mehr als drei, gewöhnlich nur zwei (nach Hertwig nur einer) gleichzeitig vorhanden, indem die hinteren, an Größe und Zahl der Lamellen zunehmenden Backzähne erst hervortreten, wenn die anderen ausgefallen sind. Als Regel gilt, daß von den 6 Backzähnen jeder Kieferhälfte die drei vorderen die Milchmolaren sind. Charakteristisch für die Proboszidier ist der horizontale Ersatz der Zähne, gegenüber dem durchschnittlich vertikalen der anderen Säuger, mit Ausnahme der Wale. Anfänglich hat jede Kieferhälfte nur einen Backzahn, hinter dem sich bald ein zweiter entwickelt, später fällt der vordere abgenutzte Zahn aus, nachdem ein neuer hinter dem zweiten entstanden ist. Nach Tomes scheint der Elefantenzahn auf den ersten Blick verschieden von jedem anderen Zahn zu sein. Doch gibt das Mastodon durch den Charakter seiner Zähne eine Erklärung dafür. Am 2. Molar des Tetralophodon z. B. sieht man, daß die Krone aus vier stark entwickelten queren Leisten besteht, deren Spitzen rundliche Hervorragungen bilden. Diese drei Querleisten verschmelzen an ihrer Basis und zur Krone gehören ebensoviele Wurzeln, als Leisten vorhanden sind. Am 3. Molar bleiben die allgemeinen Charaktere dieselben, nur daß hier fünf Leisten und ebensoviele, wenn auch nicht so deutliche Wurzeln vorhanden sind, immerhin sieht man, daß die Leisten mit den Höckern von mehr normalen Zähnen korrespondieren. Die Krone ist mit Schmelz bedeckt, über welchem eine dünne Zementschicht sich befindet, die jedoch nicht in die Furchen zwischen die einzelnen Leisten hineingeht. Auf diese Weise ist der Zahn durchaus kein absonderliches Gebilde, sondern ein Zahn, in welchem zahlreiche sehr lange und stark hervortretende Höcker durch Querleisten miteinander verbunden sind. Um den Zahn eines Mastodon in einen Elefantenzahn umzuwandeln, muß nun die Zahl der Leisten vermehrt und ebenso die Tiefe vergrößert sein. Der vollständige Zahn eines Elefanten stellt eine viereckige oder längliche Masse dar, aus deren Basis verkümmerte und kurze Wurzeln hervortreten. Das Innere wird von einer gemeinsamen Pulpahöhle ausgefüllt, die im Verhältnisse zur Größe des Zahnes klein ist und sich sehr tief unten befindet; von ihr gehen viele dünnen Lamellen zur Oberfläche des Zahnes. Jede dieser Lamellen besteht aus Dentin, das von Schmelz rings umgeben ist. Die Zwischenräume dieser etwas stark entwickelten Höcker sind dicht mit Zement ausgefüllt. Die zahlreichen Querplatten der Molaren des Elefanten sind an ihrer Basis durch Dentin vereinigt und es besteht eine gemeinsame Pulpahöhle mit abgestumpften Wurzeln. — Die Unterkieferhälften mit hohem Ramus ascendens, rundlichem Kondylus und massivem alveolaren Teil verschmelzen zu einer verlängerten fast röhrenförmigen Symphyse. Die ältesten Proboszidier sind neben den Dinotherien die im Miozän auftretenden Mastodonten, welche sich bis zur Diluvialzeit erhielten. Im Bereiche

der alten Welt bereiteten die Mastodonten des späteren Miozän durch Zementbildung in den Vertiefungen zwischen den dachförmigen Erhebungen der Molarenquerjoche die Zähne des Elefanten vor. Der diluviale Elefant, welcher sich am längsten erhielt, ist das Mammut, welches bis in das mittlere Europa weit verbreitet war. (Vergl. Fig. 159.)

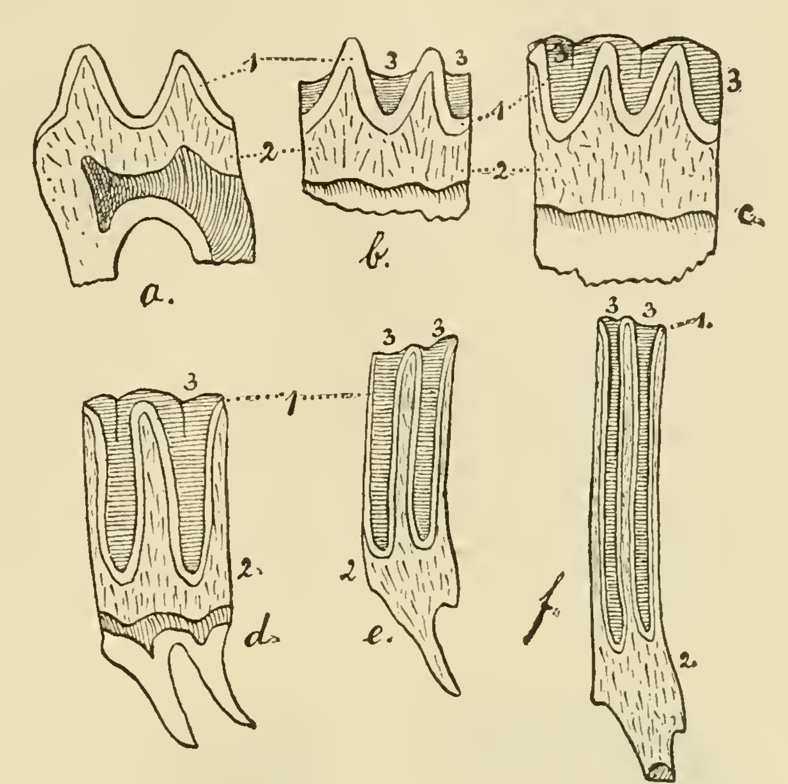


Fig. 159. **Diagramme von Stücken von Backzähnen** zur Darstellung des allmählichen Höherwerdens der Querjoche, die schließlich einen lamellären Charakter annehmen; die zwischenliegenden Täler füllen sich dabei mit Zement an (*3* gestrichelt) und bedecken den Schmelz (*1* weiß). Das Dentin (*2*) ist durch zerstreute Striche angedeutet. a *Mastodon americanus*, b *Stegodon ganesa*, c *Elephas insignis*, d *E. planifrons*, e *E. hysudricus*, f *E. indicus*. Nach Cope.

Elephantidae, Familie der Elefanten, mit der typischen Gattung *Elephas* und der Formel I $\frac{1}{1\,(0)}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{3-0}{3-0}$; M $\frac{3}{3}$. Fehlen die Prämolaren, so bleiben die Milchmolaren $\frac{(1).\ 2.\ 3.\ 4}{(1).\ 2.\ 3.\ 4}$ in Funktion; der gewöhnliche vertikale Wechsel fehlt also. Der Elefant besitzt nur im Zwischenkiefer Stoßzähne, niemals im Unterkiefer, ebensowenig als jemals Eckzähne. Von den zwei jetzt lebenden Arten des Elefanten sind die Stoßzähne bei *E. indicus* größer als bei *E. africanus*, ebenso sind sie beim Männchen länger als beim Weibchen. Die Oberflächen der weiblichen Stoßzähne sind oft dicht am Zahnfleisch ausgehöhlt, daß sie zuweilen leicht abbrechen. Zwei hervorragende Eigentümlichkeiten charakterisieren die Bezahnung des Elefanten: die ungeheure Länge der Stoßzähne und der eigentümliche Ersatz der Molaren; der Ersatz erfolgt stets, indem ein Zahn von hinten den vorderen Zahn verdrängt, so daß nie zu gleicher Zeit in jedem Kiefer mehr als ein ganzer Molar oder höchstens Teile von zweien im Gebrauch sind (Tomes). Den oberen Stoßzähnen gehen zwei Milchzähne voraus. Kurz nach dem Durchbruch der ersteren ist die Spitze noch mit Schmelz bedeckt, der sich aber bald abschleift, so daß der übrige Hauer nur noch aus einer dünnen Schicht Zement und aus jenem eigentümlichen Zahnbein besteht, das unter dem Namen Elfenbein bekannt ist. Die Stoßzähne des Elefanten sind in langen kräftigen Alveolen befestigt und wachsen während der Lebensdauer des Tieres aus offenen Pulpen. Das Elfenbein ist eine äußerst elastische Substanz, und zwar wird die elastische Eigenschaft durch die ganz be-

sonders kleinen Zahnkanälchen bedingt und durch die vielfachen Krümmungen derselben. Die letzten Reste der Pulpa wandeln sich in Dentin um, in welchem einige vaskuläre Kanäle zurückbleiben und zwar im Zentrum des Stoßzahnes. Nach TOMES entwickeln sich in jeder Kieferhälfte 6 Molaren, die in $\frac{3}{3}$ Milchmolaren und $\frac{3}{3}$ permanente Molaren klassifiziert werden; zuweilen findet sich noch ein rudimentärer Zahn in der Front, so daß sieben jederseits im Kiefer vorhanden sind. Diese Klassifikation jedoch, soweit sie den Elefanten allein betrifft, ist wegen der eigentümlichen Aufeinanderfolge der Zähne vollständig willkürlich. Obgleich der Elefant im ganzen allmählich 24 Molaren erhält, so sind diese, wie schon erwähnt, nicht alle zur gleichen Zeit vorhanden. Sobald der abgenutzte Zahn ausfällt, kommt der Nachfolger von hinten her an dessen Platz. Jeder neue Zahn übertrifft seinen Vorgänger an Größe. Der erste Zahn des indischen Elefanten besitzt ungefähr 4 quere Platten, der zweite 8, der dritte 12, der vierte 12, der fünfte 16, der sechste 24—27. Beim afrikanischen Elefanten sind die einzelnen Platten weniger zahlreich, aber breiter. Die neu gebildeten Zähne bestehen aus einzelnen Dentinplatten, die mit Schmelz bedeckt sind, während ihre Spitzen zitzenförmig gestaltet sind. Die Platten wachsen erst dann zusammen, wenn sich ein bedeutender Teil ihrer Länge gebildet hat und jener Teil des Zahnes erreicht ist, in welchem sich die gemeinschaftliche Pulpahöhle befindet, und hier zeigt sich von einem Ende

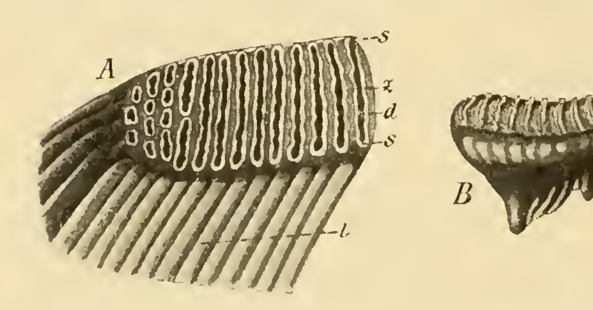


Fig. 160. A **Ein halber Lamellenzahn eines fossilen Elefanten.** *l* die einzelnen Lamellen, *s* Schmelz, *d* Dentin, *z* Zement. B **Ein vollständiger Lamellenzahn von** *Elephas indicus.* $^1/_{12}$ nat. Größe.

des Zahnes zum anderen fortlaufend Dentin. Wie die Spitzen der Molaren beim menschlichen Gebisse in der eben vollendeten Verkalkungsphase voneinander entfernt sind, so stehen die viel größeren Höcker oder Platten eines Elefantenzahnes so lange voneinander ab, solange der größere Teil ihrer Länge unvollständig ist, und sie wachsen erst dann zusammen, wenn sie das Niveau der gemeinsamen Pulpahöhle erreicht haben. Tatsächlich besteht ein Elefantenzahn vorzugsweise nur aus seinen Höckern, während der übrige Teil ohne Bedeutung ist. Einige dieser abgelösten Platten kann man am hinteren Teile der größten Zähne selbst dann noch finden, wenn die vorderste Spitze durchgebrochen ist und in Funktion tritt. (Fig. 159, 160.)

Bei *E. primigenius,* Mammut, erreicht die Länge der Stoßzähne, welche beim indischen Elefanten 3 m beträgt, 5 m. Die Hauer dieses fossilen Tieres waren so gekrümmt, daß sie ein großes Kreissegment bildeten; der Kopf blieb frei, da sie mehr nach außen geneigt waren.

Bei dem diluvialen *Mastodon giganteum* (vgl. Fig. 161, 162) war die Zahnformel für das Milchgebiß i $\frac{1}{1-0}$; c $\frac{0}{0}$; m $\frac{3}{3}$; für das Dauergebiß I $\frac{1}{1-0}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{3-0}{3-0}$; M $\frac{3}{3}$. Bei dieser Gattung sollen mehrere

Backzähne auf einmal im Gebrauch gewesen sein; die Querkämme der letzteren sind hier niedriger, in geringerer Zahl vorhanden und nicht Zement verkittet. Einige Mastodonten besaßen in jeder Hälfte des Unterkiefers einen nach vorn und unten gerichteten großen Schneidezahn, der bei einigen Arten rudimentär blieb, früh verloren ging oder vollständig fehlte, wie beim Elefanten. Die oberen Stoßzähne waren

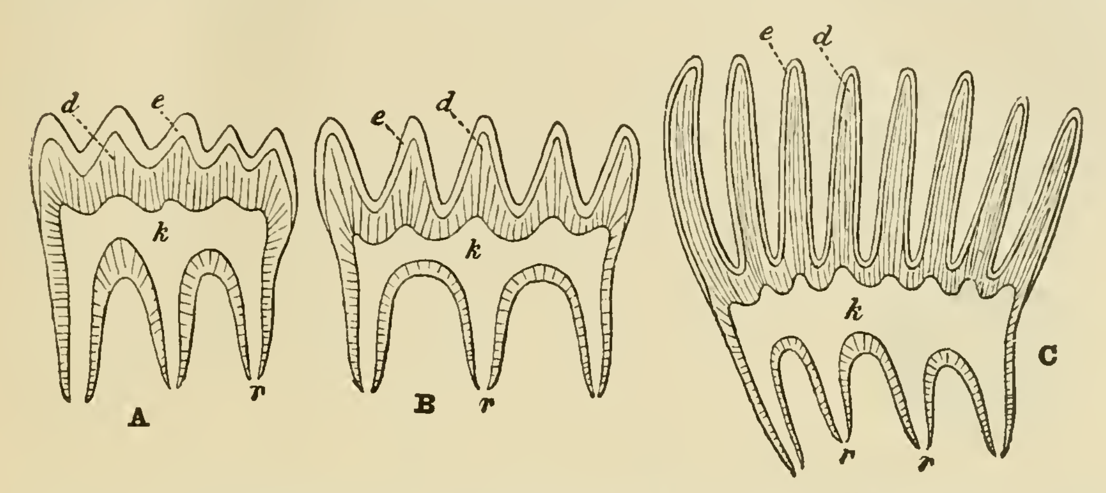


Fig. 161. **Längsschnitt von Backzähnen zweier Mastodonten** (A—B) **und von einem Elefanten** (C) **schematisch.** Das Zement ist weggelassen. *d* Dentin, *e* Schmelz, *k* Pulpahöhle, *r* Wurzel. Nach Boas.

geradlinige Hauer von $2^1/_2$ m Länge. Die einzelnen Molaren wurden von vorn nach hinten größer. Die Krone zeigt sehr tiefe Querleisten, die beim letzten Molar die größte Zahl erreichen. Die Spitzen derselben bilden warzenförmige Erhebungen, die vor der Abnutzung eine dicke Schmelzkleidung besitzen. Das Zement dagegen ist äußerst dünn. Die Molaren zeigen wirkliche Wurzeln.

Betreffs des Zahnwechsels bei Mastodon, von dem (p. 334) bereits die Rede war, hat das miozäne *Mastodon angustidens* noch den gleichen vertikalen Zahnwechsel wie Palaeomastodon, außerdem in beiden Kiefern je ein paar Stoßzähne. Die jüngsten Formen, wie *M. Andium* haben schon den gleichen Zahnersatz, wie der Elefant. Der kleine Oberkiefer zeigt nur zwei Backzähne jederseits, die beiden ersten dieses Tieres. Hinsichtlich der Teilung der Querjoche und dem Vorhandensein akzessorischer Höcker steht diese Species dem M. angustidens näher als dem M. giganteum und eine basale höckerige Schmelzwulst fehlt ganz. Der letzte Molar ist fast größer als der ganze Schädel des jungen Tieres. Die Backzähne von *M. angustidens* zeigen tiefere Teilung der Querjoche in Hügel, deren Kauflächen erst bei stark vorgerückter Abnützung zusammenfließen. Zwischen dem breitjochigen Zahne des Mastodon, der zementlos ist, und dem schmaljochigen Zahne von Elephas vermittelt der Zahn von Stegodon den Uebergang; der Zahn dieser Species erhält beim

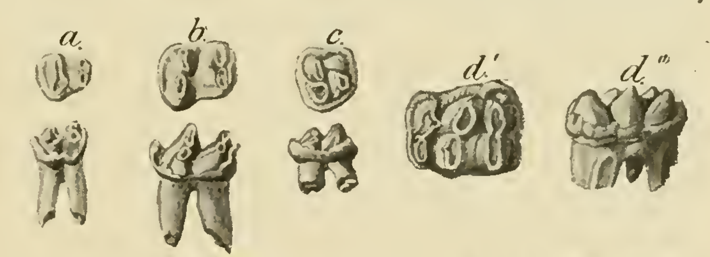


Fig. 162. **Milchzähne von *Mastodon giganteum.*** a ist der 1. Milchzahn, b der 2., c der 3. und d′, d″ der letzte mit drei Querjochen. Nach Giebel.

Austritt aus dem Kiefer eine dicke Zementkappe. Die meist geraden oder nur schwach gebogenen Stoßzähne des Mastodon zeigen noch ein Schmelzband, das den oft spiralig gewundenen Stoßzähnen des Stegodon und des Elefanten fehlt. Aus der oberen Kreide Argentiniens beschrieb AMEGHINO Zähne und Unterkiefer verschiedener Tiere von bedeutender Größe unter der Gesamtbezeichnung *Pyrotherium*. Charakteristisch für diese Gattung ist ein Stoßzahn im Unterkiefer mit beständigem Wachstum und 5—6 kurzkronige Backzähne mit bilophodonten Wurzeln und mit zahlreichen Tuberkeln auf den Jochen wie bei Dinotherium; bei beiden Arten sind vor der Abnutzung die oberen nach vorn, die unteren nach hinten konvex.

Als primitivste Form der Proboscidea gelten die **Dinotheriidae**, mit dem miozänen *Dinotherium*. Diese Gattung hatte nur im Unterkiefer zwei große Stoßzähne, die nach unten gekrümmt sind. Die Schneidezähne im Zwischenkiefer fehlen. Die Formel lautet: I $\frac{0}{0}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{2}{2}$; M $\frac{3}{3}$ mit einem Paar abwärts gebogener Stoßzähne im Unterkiefer. Die Molaren mit drei oder zwei Querjochen gleichen denen des Tapir. (Fig. 163.) Der Zahnersatz geschah in senkrechter Richtung, wie bei anderen Säugetieren. Milchmolaren sind $\frac{3}{3}$ vorhanden.

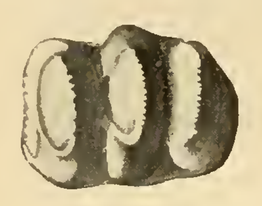


Fig. 163. **Der 3. untere Molar von** ***Dinotherium giganteum.***

Hyracoidea s. Lamnungia, Familie der Klippschliefer, schließt sich an die Proboszidier an; das heterodonte diphyodonte Gebiß dieser Tiere erinnert an die Rodentien, insofern die wurzellosen, halbkreisförmig gebogenen, dreikantigen Schneidezähne des Oberkiefers unbegrenztes Wachstum zeigen und die Eckzähne fehlen. Von den Schneidezähnen sind nur zwei im Praemaxillare übrig geblieben, von denen der eine früh verloren geht, während der andere wie der Antagonist des Unterkiefers wurzellos bleibt und eine bedeutende Größe erlangt. Vorder- und Hinterfläche dieses Zahnes treffen sich in einer Längskante, die mit Schmelz bedeckt ist. Dadurch wird die Schneidekante zugespitzt; nach THOMAS ist letztere beim Männchen schärfer, was den sexualen Charakter feststellen läßt. Die sieben lophodonten Backzähne sind verhältnismäßig wenig spezialisiert und schließen sich am nächsten an die der Rhinozerontiden an. Der 4. Prämolar fehlt jedoch schon bei vielen Species und der erste ist molarförmig. Das Gebiß, das früher falsch gedeutet wurde, hat nach den neueren Untersuchungsresultaten von WOOWARD, LATASTE, ADLOFF in dem Michgebisse i $\frac{2\,(3)}{3}$; c $\frac{1}{1}$, von denen die unteren namentlich sehr klein sind; die oberen peristieren kurze Zeit im permanenten Gebisse, und liegen als kleine stiftartige Zahngebilde dem 1. Prämolar dicht an. Die Formel der 1. Dentition ist hiernach: i $\frac{2\,(3)}{3}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{4}{4}$. Das Milchgebiß, dessen primitivere Kennzeichen in der Zahl der Schneidezähne und Form der oberen, im Auftreten von Eckzähnen und in der geschlossenen Zahnreihe sichtbar sind, auch in den Prämolaren hervortreten, insofern der 1. Milchbackzahn, gegenüber den Reduktionserscheinungen des 1., weniger des 2. Prämolaren, den übrigen Milchbackzähnen gleicht. Die Bezahnung dieser Ordnung nähert sich somit dem Gebisse der Ungulaten, das nur in seinem vorderen Teile sekundäre Modifikationen erfuhr, in-

dem die Schneidezähne des Oberkiefers eine außergewöhnliche Form erhielten, was auf die übrigen Frontzähne einwirkte; demgegenüber behielt aber das Milchgebiß viele primitive Züge. — Der Unterkiefer, dessen hinter der Zahnreihe gelegener Teil an die gleiche Form bei den Perissodaktylen erinnert, zeichnet sich durch Breite und Höhe aus, während der symphysiale Teil sehr niedrig ist. Der Kondylus der Mandibula ist quer verlängert. Die typische Gattung *Hyrax*, Klippdachs s. *Procavia* STORR, hat die Formel: I $\frac{2\,(1)}{2}$; C $\frac{0}{0}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. Die mittleren Schneidezähne sind analog den Nagezähnen sehr groß und meißelförmig, die labiale Fläche mit dicker Schmelzlage überzogen. Das zweite sehr kleine Paar fällt bald aus. Die unteren mittleren Schneidezähne sind klein, die äußeren stärker ausgebildet; keiner geht verloren. Die dreilappigen Kronen treffen bei geschlossenem Munde hinter die oberen Schneidezähne resp. auf eine direkte feste Lage von Zahnfleisch. Die Zähne von Hyrax erinnern an die der Rhinozerontiden, die Backzähne an Palaeotherium.

11. Ordnung: **Cetomorpha, Wale.**

In diese Ordnung rechnet man die Seekühe und die Walfische; erstere sind offenbar an das Wasser angepaßte Ungulaten, während die Walfische wahrscheinlich sich von den Kreodontien entwickelt haben. Die Wale haben eine eigenartige Bezahnung. Das Ersatzgebiß kommt nicht zur Entwicklung, oder es bricht bisweilen nur ein Gebiß durch, das zahlreiche homodonte Zähne hat oder auch nur einzelne.

1. Unterordnung: **Sirenia, Seekühe.**

Die Sirenen bewohnen das flache Wasser des Meeres. Die diphyodonte huftierartige Bezahnung kann ganz fehlen oder sie ist mangelhaft. Für die Schneidezähne besteht ein Zahnwechsel. Eckzähne fehlen oder treten (bei Manatus) nur im Milchgebisse auf, ebenso Schneidezähne, während erwachsene Tiere zahnlos sind. Dagegen finden sich beim männlichen Dugong ein Paar obere Schneidezähne, die zu kräftigen Stoßzähnen ausgebildet sind, während beim Weibchen nur ein rudimentärer Hauer im Prämaxillare entwickelt ist und im Kiefer versteckt bleibt. Statt der Schneidezähne besitzen sie vorn im Munde, in beiden Kiefern, große Hornplatten. Die kleinen Backzähne haben flache Kronen mit Querkämmen und zeigen eine auffallende Aehnlichkeit mit denen der alten Proboszidier, namentlich mit Palaeomastodon. Fossile Sirenen treten schon im Eozän auf (Prorastomus, Halitherium), die ein ähnliches herbivores Gebiß besitzen. Der eozäne *Prorastomus* hatte I $\frac{3}{(2)\,3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{4}{4}$. Die Prämolaren weisen einen reduzierten selenodonten Typus auf. *Halitherium* hatte I $\frac{1}{5}$; C $\frac{0}{0}$; B $\frac{5}{5}$. Die oberen Schneidezähne waren zu langen Stoßzähnen entwickelt. Die Kronen der Backzähne zeigen starke Zitzenhöcker, die zu je zwei Querjochen vereinigt sind. Die abgenützte Kaufläche dieser Querjoche bildet daher lange Zeit eine unregelmäßig gelappte Figur. Der letzte Backzahn in beiden Kiefern hat noch einen höckerigen Ansatz an dem hinteren Rande. Bei *Manatus americanus* s. *australis*, Lamantin, sind die unteren Schneidezähne nur im

fötalen Leben des Tieres beobachtet worden; die beiden kleinen spitzen oberen fallen kurze Zeit nach der Geburt aus und die Alveolen schließen sich. Eckzähne sind niemals vorhanden. In jeder Kieferhälfte entwickelt sich allmählich eine größere Zahl von trituberkular zweijochigen Backzähnen (Fig. 164), 30—44, die jedoch nicht alle gleichzeitig vorhanden sind; es fallen stets die vorderen aus, ehe die hinteren an ihren Platz gelangen, gleichzeitig funktionieren immer nur 5—6—8 in jeder Kieferhälfte. Beständig stößt sich aber der jeweilige vorderste ab und wird durch den hinter ihm liegenden Zahn ersetzt. Dieser Zahnersatz kommt dadurch zustande, daß eine kontinuierliche Verschiebung der Zahnreihe von hinten nach vorn erfolgt, unter fortwährender Neubildung von Zähnen an deren Hinterende. Dabei erleiden die Wände der Alveolen auf ihrer Vorderseite Resorption, während sie durch Neubildung auf ihrer Lingualseite diesen Verlust ersetzen, ihre ursprüngliche Dicke bewahren und Verschiebung der Zahnreihe ermöglichen (Hartlaub).

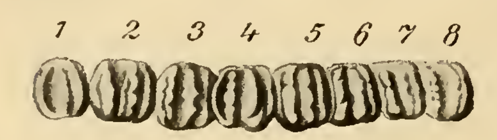


Fig. 164. **Ansicht der Kauflächen der oberen linksseitigen bilophodonten Backzahnreihe von *Manatus australis*.** $^1/_3$ nat. Gr.

Einen solchen Zahnwechsel (Fig. 38) zeigt auch der Elefant, dort ist aber die Neubildung von Backzähnen der Zahl nach begrenzt. Hier aber z. B. bei *Manatus* ist sie unbegrenzt. Nach Kükenthal ging diesem Gebisse embryonal eine Bezahnung voraus, in welchem unten drei Schneidezähne, ein Eckzahn und wenigstens drei Prämolaren in Anlage auftraten. Im Oberkiefer wurde bisher nur Anlage von drei Incisivis erkannt, sowie im Ober- und Unterkiefer in diesem Stadium drei Molaren. Hieraus zieht Weber den Schluß, daß die direkten Vorfahren von *Manatus* $I\,\frac{3}{3}$; $C\,\frac{1}{1}$; mindestens $P\,\frac{3}{3}$ und Molaren $\frac{3-4}{3-4}$ hatten. Bei den rezenten Species von Manatus fand also Reduktion der Prämolaren statt. Der Unterkiefer hat eine lange Symphyse, welche abgeschwächt ist und dem abgedachten Praemaxillare entspricht. Der nach vorn gerichtete Proc. coronoideus ist breit, der Kondylus stark, der Angulus mandibulare verdickt und etwas eingezogen. Aehnlich wie der Dugong besitzt der Lamantin hornige Platten am vorderen Teile des Mundes, während die Schneidezähne fehlen. Die oberen dreiwurzeligen Molaren haben einen quadratischen Umfang, zwei starke, durch eine tiefe Querfurche geschiedene Querjoche, jeder aus drei miteinander verschmolzenen Höckern bestehend, welche bei vorgerückter Abnutzung nicht mehr zu erkennen sind. Die unteren Backzähne sind schmäler und zweiwurzelig. Der Schmelz der Zähne ist insofern bemerkenswert, als die Schmelzprismen in vielen Teilen vollständig gerade verlaufen. Im Unterkiefer an der Symphyse vom jungen Lamantin findet man oft rudimentäre Zähnchen, die wie beim Dugong in knöchernen Platten liegen, und von denen bis zu 12 Stück vorhanden sein können. *Halicore indica* s. *Dugong* Erxl., weicht von den vorigen Gattungen in seiner Bezahnung wesentlich ab. Die Gattung hat auf dem Praemaxillare jederseits einen Schneidezahn, der noch während des Embryonallebens durch einen Ersatzzahn vertreten wird (Kükenthal), und welcher sich beim Männchen zu einem Stoßzahn mit beständigem Wachstum entwickelt und

weit aus der Alveole hervorragt; beim Weibchen ist dieser Zahn ein Wurzelzahn und bleibt in der Alveole eingeschlossen. Der vordere Teil des Oberkiefers besteht vorzugsweise aus dem Praemaxillare; er biegt sich schroff nach unten und steht zum übrigen Teil des Kiefers in einem Winkel; er trägt die zwei erwähnten Hauer. Vorn und seitwärts zeigen die letzteren Schmelzüberzug, während die hintere Fläche nur mit Zement bedeckt ist; durch diese Lagerung der Zahngewebe bekommen die Hauer Aehnlichkeit mit den Nagezähnen der Rodentien, indem wie bei letzteren diese Zahngebilde sich ebenfalls schräg abnutzen, so daß fortwährend eine scharfe Kante zurückbleibt; ebenso wachsen die Hauer von einer offenen Pulpa. Beim Weibchen kommen sie aber nicht aus dem Zahnfleisch heraus und die ganze Krone ist mit Schmelz überzogen, während die Pulpahöhlen geschlossen sind. Im Unterkiefer, an der Symphyse, befinden sich 4—5 Gruben jederseits, in denen zuweilen krumme, verkümmerte Zähnchen liegen; bei älteren Tieren sind dieselben ganz leer. Nach Tomes sind diese „abortiven Zähne“ ausgezeichnete Beispiele rudimentärer Gebilde, insofern dieselben nicht nur verkümmert sind und schließlich durch Resorption zugrunde gehen, sondern sie sind auch wirklich mit einer dichten hornigen Platte bedeckt, welche diesen Teil des Kiefers umgibt, so daß die Zähne vollständig unbrauchbar sind. Diese knöchernen Platten besitzen die Struktur des Fischbeins. An der freien Fläche sind sie mit steifen Borsten besetzt und bestehen aus haarähnlichen Körpern, die durch Epithelium verbunden sind. Hinter diesen Platten sind jederseits 5 einfache Molaren vorhanden, die nach- und hintereinander sich entwickeln. Sie nehmen von vorn nach hinten an Größe zu, der erste ist rund, die folgenden oval und der letzte viel länger als breit mit mittlerer Einschnürung; alle sind wurzellos und bestehen nur aus Dentin und Zement. Es fungieren stets nur einige Zähne in jeder Reihe, bei alten Tieren nur zwei. Wenn der letzte Molar im Durchbrechen begriffen ist, so ist der erste bereits durch Resorption seiner Wurzel aus der Alveole verschwunden. Der Dugong hat also nur einen einzigen Milchzahn, und zwar den für die Schneidezähne. Letzterer kann möglicherweise ein rudimentärer permanenter Schneidezahn und kein Milchzahn sein. Die Molaren des Dugong bestehen nach Tomes aus einer zentralen Achse von Vasodentin, einer viel größeren Menge nichtvaskulären Dentins und einer dicken Zementschicht, teilen aber keineswegs die Struktureigentümlichkeiten von den Zähnen des Lamantins. *Rhytina Stelleri,* das ausgestorbene Borkentier, war vollständig zahnlos, besitzt aber die fischbeinähnlichen Knochenplatten wie die beiden vorigen Gattungen. — Die Sirenia sind diphyodonte Tiere, deren Gebiß progressiv Reduktion erfuhr.

2. Unterordnung: **Cetacea s. Natantia, echte Wale.**

Die Walfische bewohnen das freie Meer. Sie schließen sich an die Kreodonten eng an durch ihre Formen, wie Protocetus, Zeuglodon, Squalodon. Die Kiefer tragen entweder sehr zahlreiche konische Wurzelzähne, oder die Bezahnung erscheint in verschiedenem Maße bis zum völligen Schwunde reduziert wie bei den Bartenwalen. Hier kommen die Zahnkeime noch im fötalen Leben zur Entwicklung, die bei ihnen entstehenden Zahnrudimente durchbrechen jedoch nie das Zahnfleisch und werden vor der Geburt resorbiert. Sämt-

liche Zähne dieser Serie sind einander in der Form sehr ähnlich. Die Delphine besitzen bis zu 200 Zähne, welche lange und schlanke Kegel bilden, die etwas nach innen zu gebogen und scharf zugespitzt sind; da sie mit den Zähnen des entgegengesetzten Kiefers ineinander greifen, so bleiben die Spitzen fast immer scharf erhalten; die größten Zähne stehen in der Mitte der Reihe. In bezug auf Form und Zahl variieren die Zähne bei den verschiedenen Arten. Delphinus delphis hat kaum halb so viele Zähne als Delphinus tursio und noch weniger hat Orca gladiator. Ihrer Struktur nach bestehen die Zähne der Cetaceen aus hartem Zahnbein mit Zementüberzug. Nachdem der Zahn seine volle Größe erreicht hat, bildet sich der Rest der Pulpa in sekundäres Dentin um. Bei manchen Arten kommt Schmelz sowohl an der Spitze wie auch rings um den Zahn vor. Das Dentin, wie bei Catodon, zeigt außerordentlich zahlreiche Interglobularräume, die in konzentrischen Schichten derartig zusammengedrängt sind, daß dadurch ein Bild von Konturlinien entsteht. Oftmals ist das Zement sehr dick und enthält zahlreiche Lakunen mit deutlicher Lamellenbildung. An den Zähnen bildet sich sekundäres Dentin in großer Menge in der Pulpahöhle. Hier zeigen sich massenhafte kugelige Ablagerungen und die Zahnkanälchen sind sehr fein und zahlreich, aber sehr unregelmäßig gelagert.

Betreffs der Befestigung der Zähne bei den Cetaceen trifft man alle möglichen Abstufungen, von der leichten Befestigung im Zahnfleisch (beim Pottfisch) bis zur richtigen Entwicklung in Alveolen.

1. Gruppe. Denticete s. Odontocete. Zahnwale.

Der eine Kiefer oder auch beide tragen homodonte, kegelförmige einwurzelige Fangzähne, die in großer Zahl vorhanden sind, oder nur vereinzelte Zähne mit heterodontem Charakter brechen durch, wäh-

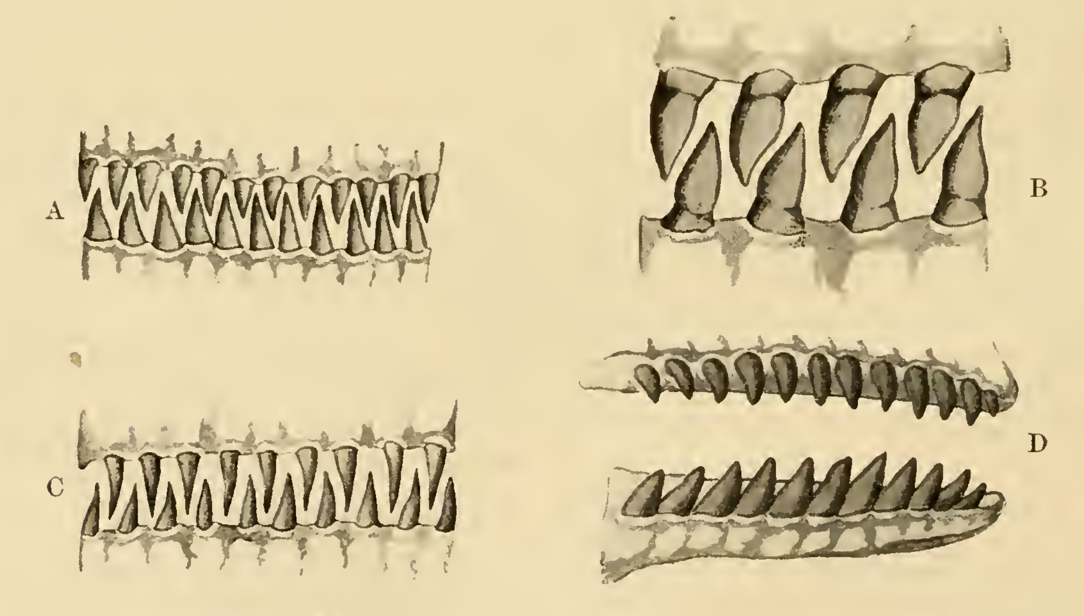


Fig. 165. **Kieferstücke mit den unteren und oberen Zähnen von vier Delphiniden.** A *Delphinus delphis,* B *Delphinus tursio,* C *Delphinus Eschrichti,* D *Phocaena orca.* Nach GIEBEL.

rend die übrigen im Zahnfleisch verborgen bleiben oder gar nicht zur Entwicklung kommen (Monophyodonten). — Der Unterkiefer zeigt Spuren der Rückbildung infolge Rückganges der Kaufunktion.

Delphinidae, Familie der Delphine, mit gleichgeformten Kegelzähnen in beiden Kiefern, die jedoch nicht immer in ihrer ganzen Länge bewaffnet sind (Fig. 165). Praemaxillare zahnlos. *Delphinus delphis*, der gemeine Delphin, hat $\frac{47-65}{47-65}$ kleine, scharfe Zähne, die leicht nach innen gekrümmt sind. *D. tursio*, der Tummler, zeigt ein kräftiges Gebiß, dafür aber nur $\frac{22-26}{22-26}$ Zähne. *Orca gladiator (Phocaena orca)*, Schwertfisch, besitzt $\frac{12}{12}$ sehr starke Zähne. Bei *Globicephalus* Lesson sind die $\frac{8-12}{8-12}$ Zähne auf die vordere Hälfte der Kiefer beschränkt. *Orcella* mit $\frac{12-14}{12-14}$ kleinen Zähnen. *Grampus* Gray hat nur Zähne im Unterkiefer im Bereich der Symphyse. *Lagenorhynchus* Gray mit $\frac{22-45}{22-42}$ Zähnen. *Steno* Gray zeichnet sich durch die runzelige Krone der $\frac{20-27}{20-27}$ Zähne und die lange Symphyse aus. *Delphinapterus* s. *Beluga leucas*, Weißfisch, hat, bis er ausgewachsen ist, in beiden Kiefern $\frac{10}{10}$ schräg vorwärts gerichtete hinfällige Zähne. *Platanista gangetica* zeigt auf dem langen schmalen Schnabel $\frac{30-32}{38-32}$ Zähne, wobei die Reihen beider Seiten bei der Schmalheit sich fast berühren. *Phocaena communis*, Braunfisch, bietet keine wesentlichen Gattungscharaktere gegenüber dem Delphin. Die Zahl der spatelförmigen Zähne beträgt 20—25 in jedem Kiefer; sie sind alle klein, komprimiert, mit verengter Kronenbasis und schneidendem Rande.

Monodontidae, Familie der Narwale, zeichnet sich durch zwei Stoßzähne im Oberkiefer aus, während alle übrigen Zähne fehlen. Bei *Monodon monoceros*, Narwal, verkalken beim Weibchen die Zahnkeime und werden ungefähr 20 cm lang, bleiben aber in der Knochensubstanz zurück und die Pulpahöhlen obliterieren sehr bald. Beim Männchen wachsen die horizontalen Stoßzähne, meist nur einer linkerseits, von einer offenen Pulpa aus, über 2 m lang; der Durchmesser beträgt an der Basis 9—12 cm. Seiner Lage nach entspricht dieser Zahn einem Eckzahn; selten kommt der rechtsseitige zur Entwicklung; er bleibt meist im Zahnfleisch verborgen wie beim Weibchen beide. Der Stoßzahn (Fig. 166) ist ganz gerade und schraubenförmig von rechts nach links gewunden. Tomes findet es eigentümlich, daß bei Tieren, deren Stoßzähne die gleiche Länge hatten, diese schraubenförmigen Windungen nach derselben Seite gingen. Man betrachtet wohl nicht mit Unrecht den Stoßzahn des männlichen Narwal als geschlechtliche Waffe, doch ist wenig über die Lebensweise des Tieres bekannt. Beim Weibchen sind beide Stoßzähne im Kiefer eingeschlossen. Neben dem Stoßzahn des Männchens im Oberkiefer können wenige rudimentäre Zähne vorhanden sein.

Hyperoodontidae, Familie der Döglinge, mit schnabelförmig verlängerter Schnauze; im Unterkiefer jederseits nur 1—2 ausgebildete Zähne, Gesichtsknochen, namentlich der Zwischenkiefer, oft asymmetrisch. *Hyperoodon bidens*, Dögling, besitzt 2, zuweilen auch 4 große kegelförmige Zähne, deren Spitze mit Schmelz bedeckt ist. Dieselben bleiben mehr oder we-

Fig. 166. **Stoßzahn von *Monodon monoceros*.** 1/6 n.G.

niger vollständig nach vorn im Unterkiefer eingebettet. Außerdem besitzt das Tier noch 12—13 Stück sehr kleine rudimentäre Zähne, die lose im Zahnfleisch beider Kiefer liegen. *H. diodon* ist fast zahnlos; nur ein großer und ein kleiner Zahn sitzt vorn jederseits im Unterkiefer; ebenso finden sich einige rudimentäre Zähne oben und unten. *Ziphius Layardi* hat im Oberkiefer keine und im Unterkiefer 2 (bei einigen Arten 4) Zähne von bedeutender Größe (30 cm lang) und außerdem noch andere rudimentäre Zähne im dichten Zahnfleisch. Die langen Zähne strecken sich, namentlich beim Weibchen, vom Unterkiefer nach oben vor und biegen sich gegeneinander zusammen, so daß das Tier den Mund kaum öffnen kann. Die Struktur dieser Zähne ist eigentümlich; sie bestehen aus Osteodentin und Zement; wirkliches Dentin ist nur an der Spitze vorhanden und bildet kaum den zehnten Teil des ganzen Zahnes. Bei *Mesoplodon* s. *Dioplodon* sind die beiden einzigen Unterkieferzähne, wie bei Ziphius, sehr hoch und spitz und liegen weiter nach hinten. Der Oberkiefer erscheint zahnlos. Die beiden spitzen Zähnchen sind mit dünnem Schmelz bedeckt, die Hauptmasse besteht aus Osteodentin (nach Turner und Lankaster aus Vasodentin).

Catodontidae s. Physeteridae, Familie der Pottfische. Oberkiefer zahnlos oder mit rudimentären Zähnen, die nicht durchbrechen. Die Unterkieferäste sind aneinander gelegt und mit einer Reihe konischer Zähne besetzt. *Physeter* s. *Catodon macrocephalus,* Pottwal, hat im Unterkiefer sehr starke homodonte kegelförmige Zähne, ohne Schmelz; im Oberkiefer dagegen nur wenige gekrümmte, verkümmerte Zähne, die im derben Zahnfleisch verborgen bleiben. Die Zähne des Unterkiefers sind durch dichtes ligamentöses Zahnfleisch in flachen und weiten Vertiefungen des Knochens befestigt, so daß sie herausfallen, wenn das Zahnfleisch abgelöst ist.

Zeuglodontidae, eine amerikanische Familie ausgestorbener tertiärer Tiere mit heterodonter Bezahnung und differenziertem Gebisse, repräsentiert durch die typische Gattung *Zeuglodon* Im Praemaxillare sind stets Zähne vorhanden (während dasselbe bei den jetzt lebenden Walen zahnlos ist). Gebißformel I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; B $\frac{5-8}{5-8}$. Milch- und Ersatzzähne sind nicht beobachtet worden. Die Zähne sind meist komprimiert-sägeförmig, wie bei Raubtieren und dem Seehunde. Die kurzen dickkegelförmigen Eckzähne sind leicht aufwärts gekrümmt und zeigen eine lange starke Wurzel. Die Krone der zweiwurzeligen Backzähne ist stark komprimiert und auf beiden Seiten vom Basalrand bis zur Kaufläche hinauf in Zacken geteilt (Fig. 167). Der 1. Backzahn des obermiozänen *Squalodon* besitzt zähnetragenden Zwischenkiefer und die hintersten Zähne sind Sägezähne (zeuglodont). Während Zeuglodon und Squalodon in ihrem Gebisse sich dem Catodonten und Delphiniden nähern, hat *Protocetus* noch ein echtes Raubtiergebiß.



Fig. 167. **Ein Backzahn des Unterkiefers von *Zeuglodon*.**

2. Gruppe. Mysticete. Bartenwale.

Die Kiefer sind zahnlos; das heterodonte verkalkte Gebiß wird zwar angelegt, die fötalen Zähne jedoch wieder resorbiert und durch die das Fischbein liefernden Barteln ersetzt. Vor der Geburt sind

die Ränder beider Kiefer von einer Reihe fast kugelförmiger rudimentärer Zähne bedeckt, die sehr rasch verkalken, aber in kurzer Zeit abfallen bezw. resorbiert werden.

Balaenidae, Familie der Bartenwale, mit der typischen Gattung *Balaena mysticetus*, einem 15 m langen Tier. *Balaenoptera musculus* ist 20 m lang, *B. Sibaldi* sogar über 25 m. Die Bartenwale zeigen am Rachengewölbe die charakteristischen Barten, welche in einer Reihe von Fischbeinplatten vom Oberkiefer herabhängen; die Platten stehen nicht ganz rechtwinklig, sondern transversal zur Mundachse. Die Hauptplatten erstrecken sich nicht über die ganze Breite des Gaumens, aber seine Mitte ist von subsidiären kleinen Platten eingenommen. Die Fischbeinplatten sind am Innenrande ausgefranst und bilden eine Reuse zum Zurückhalten kleiner Meerestiere. Jede Platte besteht aus zwei dichten, aber etwas brüchigen Lamellen, welche ein Gewebe einschließen, dessen Substanz grobem Haare analog ist. Durch die Abnutzung brechen die Platten ab, wodurch dann von dem Rande des mehr elastischen mittleren Gewebes eine Art steifer Haare herausragen. Nach Tomes entwickelt sich jede Platte aus einer vaskulären offenen Pulpa, welche eine große Menge langer zwirnähnlicher Fortsätze aussendet, die sich in die harte Substanz der Platte tief hinein erstrecken. Jede haarähnliche Faser enthält in ihrer Basis einen vaskulären Strang, eine Art Papille. Die Fischbeinplatte besteht vorzugsweise aus diesen Fasern, welche die Haare der ausgefransten Ränder bilden.

12. Ordnung: **Prosimiae s. Lemuroideae. Halbaffen.**

Die Halbaffen haben in Erscheinung und Lebensweise große Aehnlichkeit mit den Affen. Das Gebiß bietet in vielen Beziehungen Uebereinstimmung mit der Bezahnung der Insektivoren und ist sehr variabel in der Zahnformel. Die Molaren zeigen fast den unveränderten Trituberkular- oder Quadrituberkulartypus bezw. Trituberkular-Sektorialtypus, die oberen sind buno-lophodont. In der Regel sind 2 obere Schneidezähne vorhanden, die klein sind und durch ein Diastema in der Mitte getrennt werden; die unteren stehen mehr oder weniger horizontal und schräg nach vorn gerichtet; der untere Eckzahn hat sich denselben in seiner Form angepaßt, während der Caninus des Oberkiefers die gewöhnliche Gestalt zeigt; die 1. obere Prämolar hat die Form des stark vorstehenden Eckzahnes bekommen. Die Reduktion der Schneidezähne von drei auf zwei (bei Propithecus und Lichanotus auf $\frac{2}{1}$) dürfte durch den Verlust der mittleren Schneidezähne bedingt sein. Der Unterkiefer bleibt verhältnismäßig schwach mit persistenter Trennung seiner beiden Hälften am Kinnwinkel. Die allgemeine Zahnformel dieser Ordnung ist I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$; oft jedoch ist die Zahl eine geringere. Das Gebiß ist omnivor und frugivor.

Das Praemaxillare ist in der Regel klein, besonders in den Fällen, wo die oberen Schneidezähne klein sind oder ganz fehlen (Hapalemur, Lepilemur). Die Unterkieferhälften sind nur selten knöchern verbunden. Der Kondylus steht nur bei den Chiromyiden im gleichen Niveau mit der Kaufläche der Backzähne, während er bei den übrigen Prosimien höher ist und mit einer flachen Gelenkgrube artikuliert, hinter welcher oft ein großer Proc. postglenoideus liegt.

Chiromyidae, Familie der Fingertiere, mit nagetierähnlichem Gebiß, von verschiedenen Autoren zu den Lemuriden gerechnet, zeigt Formel: I $\frac{1}{1}$; C $\frac{1}{0}$; P $\frac{1}{0}$; M $\frac{3}{3}$. Von Schneidezähnen treten im ganzen $\frac{3}{3}$ auf, von denen der eine (mediale) schon nach der Geburt ausfällt, während der zweite kleine sehr bald nachfolgt, so daß nur ein wurzelloser Schneidezahn zurückbleibt — analog den Nagetieren — der jedoch allseitig von Schmelz bedeckt ist. Die Zahnformel der typischen Gattung *Chiromys madagascariensis,* Aye-Aye, lautet für das permanente Gebiß I $\frac{1}{1}$; C $\frac{0}{0}$ oder $\frac{1}{0}$; P $\frac{1}{0}$; M $\frac{3}{3}$; für das Milchgebiß i $\frac{2}{2}$; c $\frac{1}{0}$; m $\frac{2}{2} = 18$. Die Formel weist darauf hin, daß früher auch Eckzähne und mehr Prämolaren vorhanden waren. Das obere sowie das untere Paar großer gekrümmter Zähne wächst von offenen Pulpen heraus; die Zähne schleifen sich durch den Gebrauch schräg ab, so daß stets ein scharfer schneidender Rand vorhanden ist. Der Schmelzüberzug an der Innenseite dieser Schneidezähne ist sehr dünn, er kann auch ganz fehlen. Der im Oberkiefer jederseits befindliche vordere Zahn kann als Schneidezahn betrachtet werden,; der des Unterkiefers scheint dem äußersten der drei bei anderen Prosimien nach vorn gerichteten Zähne, also dem Eckzahn, zu entsprechen, demnach kann die Zahnformel auch lauten: I $\frac{1}{0}$; C $\frac{0}{1}$; B $\frac{4}{3}$. Auf die Vorderzähne folgen in beiden Kiefern große Zwischenräume und dann $\frac{4}{3}$ Zähne von beschränktem Wachstum, mit abgeschlossenen Wurzeln und die den Molaren vieler Rodentien ähnlich sehen. Obgleich funktionell die Zähne von Chiromys nagetierartig sind, so hat doch das Milchgebiß gewisse Eigentümlichkeiten, die auf den lemurinen Ursprung dieses Tieres hindeuten. Trotz ihrer Größe werden die vorderen Zähne weniger zum Nagen gebraucht. Der Kondylus des Unterkiefers liegt im gleichen Niveau mit der Kaufläche der niedrigen Backzähne, mit undeutlichen Höckern. Winge deutet den unteren Nagezahn als Caninus. Die oberen Milchzähne bestehen aus zwei kleineren Schneidezähnen, einem Eckzahn und 2 Molaren; die unteren aus 2 ähnlichen Schneidezähnen und 2 kleinen Molaren. (Nach anderen Autoren wird die Formel auf i $\frac{2}{2}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{2}{2}$ angegeben.) Die permanenten Schneidezähne treten zwischen dem 1. und 2. Milchschneidezahn hindurch. In einem gewissen Stadium sind alle drei zusammen vorhanden. Kein bis jetzt bekanntes Nagetier hat so viel Milchzähne oder überhaupt einen Milchschneidezahn. Der Chiromys bietet daher ein gutes Beispiel einer Milchbezahnung, die noch Charaktere behält, welche in dem außerordentlich modifizierten Gebisse untergegangen sind.

Tarsiidae, Familie der Langfüßer, zeichnet sich durch ein Gebiß aus, in welchem die Reduktion der Incisivi zutage tritt und die bis zum Verschwinden aller unterer Schneidezähne vorschreitet; die Prämolaren sind sehr einfach gestaltet, die Molaren durch die hohen Zacken insektivorenähnlich. Die Formel ist I $\frac{2}{1}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$ = I $\frac{1.\ 2}{0.\ 2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2.\ 3\ \ 4}{2.\ 3.\ 4}$; M $\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2\ \ 3}$. Bei der typischen Gattung *Tarsius spectrum,* Gespenstmaki sind die Zahnreihen geschlossen, so daß nirgends zwischen Schneidezähnen oder Prämolaren Lücken beobachtet werden. Diese beiden Zahnsorten und die Eckzähne können wegen

ihrer übereinstimmenden Form nicht unterschieden werden. Im Oberkiefer sind die beiden mittleren Schneidezähne größer als der äußere, diesem folgt wieder ein größerer, der als Eckzahn gilt, dann ein sehr kleiner Prämolar, ein zweiter doppelt so großer und ein dritter mit zwei Höckern. Die drei Molaren sind viel breiter als lang, außen zweihöckerig, in der Mitte vertieft und nach innen mit halbmondförmigem Wulst. Der Schneidezahn des Unterkiefers ist sehr klein, der folgende Eckzahn beträchtlich größer, gekrümmt, die drei Prämolaren an Größe zunehmend; die Molaren sind viel schmäler als die oberen, mit deutlichem hinterem Höckerpaare, während das vordere zu einem Querjoche verschmilzt.

Lemuridae, Familie der Makis, repräsentiert durch die typische Gattung *Lemur macaco,* Maki, Fuchsaffe. Beim Gebisse $\left(I\frac{2}{2};\ C\frac{1}{1};\ P\frac{3}{3};\ M\frac{3}{3}\right)$ sind die oberen Schneidezähne klein, aber gleich groß und meist verkümmert und stehen weit voneinander; sie fallen oft aus. Die 6 unteren Frontzähne, die man als paarige Schneidezähne und als unteren Eckzahn betrachtet, sind lang, dünn und horizontal nach vorn gerichtet. Der nächstfolgende Zahn, sowohl im Ober- als im Unterkiefer, ist groß und eckzahnartig zugespitzt; aber der untere kaniniforme Zahn trifft hinter dem oberen auf und gilt deshalb nicht für einen Eckzahn, sondern für den 1. Prämolar. Die Prämolaren sind seitlich komprimiert und sehr spitz; der 4. ist fast bis auf das Ausmaß der vorderen Prämolaren reduziert. Die Molaren des Unterkiefers zeigen undeutlich vierhöckerige Kronen und nehmen sehr an Größe ab, so daß der letzte um die Hälfte kleiner ist als der erste. Die oberen Molaren sind viel breiter als lang, mit zwei äußeren starken Höckern, die untere Spitze des Talon ist verkümmert, die Mitte der Kaufläche vertieft und nach innen von einem halbmondförmigen Wulst begrenzt, an dessen Basis vorn und auch hinten ein kleiner warzenförmiger Höcker sich ausbildet. Die vier Höcker der Kaufläche sind analog den anthropoiden Affen durch schräge Leisten verbunden. Die verschiedenen Arten des Lemur bieten wenig Eigentümliches. Bei *L. brunneus* nehmen die oberen Schneidezähne ab und die lateralen Incisivi lagern hinter den Eckzähnen. Bei *L. mongoz* sind die unteren Incisivi kürzer und die Backzahnreihe schließt sich innig, ohne Diastema, an den Eckzahn an. Bei *Hapalemur* Geoff. liegt der äußere Schneidezahn ganz, der innere teilweise hinter dem oberen Eckzahn; die oberen Molaren haben gegenüber denen von Lemur ein unbedeutendes Cingulum. *Lepilemur* Geoff. zeigt rudimentäre Schneidezähne, die aber auch ganz fehlen können. Am 2. und 3. oberen Molar ist die hintere Talonspitze rudimentär, während das Cingulum einen niedrigen Zacken darstellt. Der 3. Molar hat drei Spitzen. Die Gruppe der Chirogaleiden repräsentiert die kleinsten Tiere: *Chirogale, Microcebus* und *Opolemur*. Im Gebiß $\left(I\frac{2}{2};\ C\frac{1}{1};\ P\frac{3}{3};\ M\frac{3}{3}\right)$

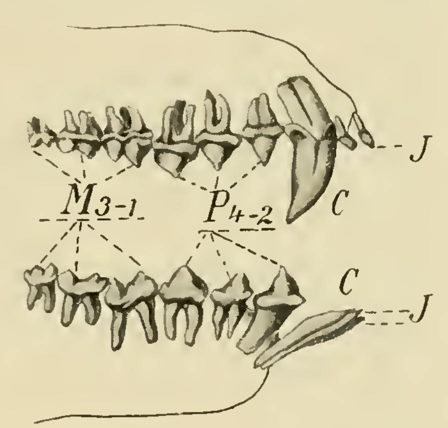


Fig. 168. **Rechtsseitige obere und untere Zahnreihe von *Lemur*.** Aeußere Seitenansicht.

ist der 1. Schneidezahn des Oberkiefers größer als der 2.; der 3. Prämolar ist kleiner als der 1. Molar. — Zu den Indrisinae, die die Formel I $\frac{2\,(2)}{2\,(1)}$; C $\frac{1\,(1)}{0\,(1)}$; P $\frac{2}{2}$; M $\frac{3}{3}$ besitzen (Milchgebiß i $\frac{2}{2}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{3}{3}$), gehört die Gattung *Indris s. Lichanotus brevicaudatus*. Ebenso *Microrhynchus* Jourd s. *Habrocebus, Avahis*, welche die geringste Zahnzahl der ganzen Familie aufweist: I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{1}$; M $\frac{3}{3}$. Der untere Eckzahn ist rudimentär. Die Lorisinae haben I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Die oberen Molaren zeigen starkes Cingulum, zwei äußere Hauptspitzen mit kleiner Zwischenspitze und zwei mit diesen alternierende innere Spitzen; während die unteren Molaren fünf Spitzen besitzen, zeigt sich die Reduktion in den oberen Schneidezähnen bei den drei Species dieser Familie: *Perodicticus, Nycticebus* und *Loris*. *Loris gracilis* Geoff. s. *Stenops* Kuhl hat I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Die oberen Schneidezähne sind klein, aber gleichmäßig. Bei *Nycticebus* sind die zentralen Incisivi des Oberkiefers größer als die lateralen, die oftmals nicht vorhanden sind. Von der Familie der Galaginae ist das einzige Genus *Galago* Geoff. zu erwähnen und ihre Subgenera *Otolicnus, Otolemur* und *Hemigalago*. Die oberen Schneidezähne sind klein gestaltet und zeigen hintere Cingulumspitze. Der 1. obere Prämolar hat Eckzahnform und die Größe des 1. Molaren. Die Molaren sind mehrspitzig mit kräftigem Cingulum.

Die alttertiären **Pachylemuriden** stehen den ursprünglichen Säugetieren, daher auch den Kreodontien und Insektivoren sehr nahe durch die große Zahl der Zähne, besonders der Schneidezähne. *Pelycodus:* I $\frac{3}{3}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$. *Adapis:* I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{4}{4}$; M $\frac{3}{3}$, welcher den echten Affen ebenso nahe steht wie die Gattung *Nesopithecus*.

13. Ordnung: **Primates s. Pitheci s. Simiae s. Anthropoidea** Miv. s. **Ceboidei** Winge. **Affen.**

Die Affen, auch Quadrumanen genannt, die höchst spezialisierten Säugetiere, werden mit den Menschen in eine gemeinsame Ordnung zusammengefaßt, weil zwischen ihnen eine große Uebereinstimmung in den systematisch wichtigen Merkmalen besteht. Wenn man die verschiedenen Grade der Intelligenz unberücksichtigt läßt und einzig die anatomische Verwandtschaft als maßgebend für die zoologische Einteilung betrachtet, so stehen die anthropoiden Affen den Menschen näher als den sehr primitiven Hapaliden; abgesehen von vielen gemeinsamen anatomischen Merkmalen hat vor allem das stets diphyodonte und heterodonte Gebiß im wesentlichen denselben Bau. Bei den Platyrrhinen hat es die Formel: I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{3}{3}$. Durch Rückbildung eines Molaren, lautet bei den Hapaliden die Formel I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3}{3}$; M $\frac{2}{2}$ durch Rückbildung eines Prämolaren ergibt sich das Gebiß der Katarrhinen und des Menschen: I $\frac{2}{2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2}{2}$; M $\frac{3}{3}$. Dennoch ist eine Tendenz zur Variabilität vorhanden, indem beim Menschen und beim Schimpansen der dritte Molar in Rückbildung ist, während beim Orang oft noch ein vierter Molar hinzutritt. Die Backzähne sind überall bunodont.

Das Gebiß der Primaten besitzt in jedem Kiefer 4 meißelförmige Schneidezähne, welche, wie beim Menschen, in geschlossener Reihe stehen; im Unterkiefer sind dieselben stets vertikal, ausgenommen die Pithecidae und Cebidae, bei denen sie nach vorn geneigt sind, bei letzterer Familie sind auch die oberen so gestellt; die stets konischen Eckzähne springen mehr oder weniger stark hervor; die stumpfhöckerigen Backzähne weisen in ihrer Form auf die vorherrschende frugivore Ernährung hin. Die oberen Molaren sind aus dem trituberkularen Typus, die unteren aus tuberkular-sektorialen Zähnen hervorgegangen. Die Größe der namentlich bei Cynocephalus fast raubtierartig vorstehenden Eckzähne bedingt das Vorhandensein einer bedeutenden Zahnlücke zwischen Eckzahn und 1. Prämolar des Unterkiefers. Wenn der überaus stets kleinere untere Eckzahn etwas umfangreicher ist, so erzeugt er ein Diastema zwischen dem lateralen oberen Schneidezahn und dem Eckzahne. Letzterer ist in der Regel beim Männchen stärker entwickelt. — Die Anzahl der stets höckerigen Backzähne differiert bei den einzelnen Gruppen. Bei den Hapalidae sind $P\frac{3}{3} + M\frac{2}{2}$ vorhanden, während bei den übrigen amerikanischen Affen die Molaren $\frac{3}{3}$ in jeder Kieferhälfte betragen, bei allen Katarrhinen, ebenso beim Menschen, zeigt das Gebiß $P\frac{2}{2} + M\frac{3}{3}$. Nach Winge wäre also die Formel der Backzähne für die Hapaliden $\frac{2.\ 3\ 4.\ 5\cdot\ 6}{2.\ 3.\ 4.\ 5\cdot\ 6}$; für die Cebiden $\frac{2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7}{2.\ 3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7}$; für die Katarrhinen $\frac{3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7}{3.\ 4.\ 5.\ 6.\ 7.}$

Fossile Reste finden sich schon im Eozän, doch gehören diese Formen einer besonderen ausgestorbenen Unterordnung an, den Pseudolemurinen. Das Gebiß hatte die Formel: $I\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{4-3}{4-3}$; $M\frac{3}{3}$; und zeichnete sich durch die größere Zahl der Prämolaren aus. (Microchoerus erinaceus, Caenopithecus lemuroides.) Die Unterkieferhälften ankylosieren frühzeitig zu einem hohen symphysialen Teil, der aber nach hinten abfällt, so daß jede Kinnbildung fehlt. Die Länge des horizontalen Unterkieferastes ist je nach der Länge des Gesichtsteiles des Schädels verschieden. Der Ramus ascendens der Mandibula ist meist breit, der Angulus mehr oder weniger abgerundet, der Kondylus quer verbreitert und der Proc. coronoideus gut ausgebildet.

Man teilt die Primaten in drei Unterordnungen: Platyrrhinen, Westaffen, Affen der neuen Welt; Katarrhinen, Ostaffen, Affen der alten Welt; Anthropinen, Menschen.

1. Unterordnung: **Platyrrhini. Plattnasen.**

Die Affen der neuen Welt haben ein breites Nasenseptum und 36 Zähne: $I\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3}{3}$; $M\frac{3}{3}$. Milchgebiß $i\frac{2}{2}$; $c\frac{1}{1}$; $m\frac{3}{3}$.

Pithecidae, Familie der Schweif- und Springaffen von der Größe eines kleinen Hundes. Die typische Gattung *Pithecia satanas* (Fig. 169), zeichnet sich durch die schiefe, horizontale Stellung der Schneidezähne aus, von denen die unteren schmal und gleich lang, aber länger als die oberen sind. Die verhältnismäßig großen und starken Eckzähne sind dreikantig, die oberen vorn mit tiefer Rinne. Zwischen Caninus und Schneidezähnen ist ein großes Diastema. Die zwei vorderen Prämolaren sind zweihöckerig und unregelmäßig, der dritte ist quadratisch. Die Höcker der Molaren verschmelzen in zwei Querjoche. Die oberen Molaren sind breiter als lang, die unteren länger als

breit. *Nyctipithecus trivirgatus,* Nachtaffe, mit vertikal stehenden Schneidezähnen und vierhöckerigen Molaren, unterscheidet sich durch die geringe Größe der incisiviformen Eckzähne, worin derselbe mit *Callithrix personata,* Springaffe, übereinstimmt, bei welchem die Schneidezähne ziemlich senkrecht stehen, die kegelförmigen kleinen Eckzähne innen stark ausgeschweift sind und der letztere obere Molar nur ein kleiner Höckerzahn ist. *Chrysothrix sciurea,* Eichhornaffe, schließt sich in seiner Bezahnung diesen Arten an, hat aber wieder starke Eckzähne von scharf dreikantiger Form, auf der vorderen Fläche mit einer tiefen Rinne und auf der äußeren Fläche mit zwei seichten Rinnen. Die Canini und die Backzähne sind klein, letztere scharfspitzig.



Fig. 169. **Schädel von *Pithecia satanas.***

Cebidae, Familie der Roll- und Greifschwanzaffen, mit der typischen Gattung *Cebus capucinus,* Kapuzineraffe und der Formel $I\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2.\ 3.\ 4}{2.\ 3.\ 4}$; $M = \frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$. Das Gebiß unterscheidet sich von dem der Hapaliden durch den Besitz eines 3. Molaren; von dem der Katarrhinen durch 3 Prämolaren, indem P^2 noch vorhanden ist. Die vertikalen Schneidezähne sind breit und klein, im Oberkiefer sind die mittleren größer, im Unterkiefer die äußeren. Die Eckzähne überragen in verschiedenem Grade die übrigen Zähne und reichen bis zu den Lippen. Die oberen Canini sind stark, lang und komprimiert; die unteren dicker und kürzer. Die Prämolaren nehmen nach hinten an Größe zu und haben einen inneren und einen äußeren Höcker, die durch eine Querleiste miteinander verbunden sind. Die mehr oder weniger quadrituberkularen Molaren waren ursprünglich fünfspitzig. Sie nehmen vom ersten zum dritten an Größe ab und zeigen zwei dichtgedrängte gleiche Höckerpaare; die unteren Molaren sind fast quadratisch, die oberen breiter als lang; sie können eine schräge Leiste besitzen, welche den vorderen inneren mit dem äußeren hinteren Höcker verbindet. Bei *Ateles paniscus,* Koaita, sind die Schneidezähne durch eine Diastema voneinander getrennt; die oberen sind etwas größer als die unteren. Die Eckzähne sind stark komprimiert; die Prämolaren klein. Von den Molaren ist der dritte kleiner als der zweite. *Mycetes niger,* Brüllaffe, schließt sich im Gebiß an Ateles. Die Schneidezähne sind die gleichen und stehen unten vertikal; die großen Eckzähne breiter, ebenso die Prämolaren. Erstere besitzen schneidende Kanten und deutliche Rinnen. Die oberen drei Prämolaren nehmen an Größe merklich zu und zeigen zwei Höcker. Die oberen Molaren sind ziemlich quadratisch, der letzte etwas kleiner, als die vorhergehenden, die äußeren Höcker stärker und höher, als die inneren. Die Molaren haben teilweise die ursprünglich fünfhöckerige Kaufläche bewahrt; die des Unterkiefers werden nach hinten zu größer, so daß abweichend von den übrigen Platyrrhinen der letzte größer ist als die vorhergehenden; die inneren Höcker sind größer als die äußeren, der letzte oben und unten abgeplattet. An Mycetes schließt sich die Gattung *Lagothrix,* Wollaffe, an und unterscheidet sich nur durch die viel geringere Größe des letzten Molar in beiden Kiefern.

Eine sehr abweichende Gruppe bildet die Familie der **Hapalidae,** die zu den Krallaffen, Arctopitheci gehören und sich den Katar-

rhinen anschließen, insofern diese Tiere 32 Zähne besitzen und zwar: I $\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{2.\ 3.\ 4}{2.\ 3.\ 4}$; M $\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$; jedoch weichen die spitzhöckerigen Backzähne dadurch ab, daß die Zahl der Prämolaren (drei) die der Molaren übertrifft, welche nur zu zweien vorhanden sind. Das Milchgebiß ist vollständig: i $\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{2.\ 3.\ 4}{2.\ 3.\ 4}$. Die Prämolaren haben nur eine Wurzel: der 2. und 3. Prämolar zeigen Innenhöcker, der 3. im Unterkiefer hat molarenähnliche Krone. Der obere 2. Molar ist sehr primitiv, ohne zweiten Innenhöcker. Bei *Hapale* sind die langen Schneidezähne schmal und vorspringend; im Unterkiefer ist namentlich der laterale Incisivus kaniniform. Die unteren Eckzähne bei *Midas* sind wenigstens ein Drittel länger als die benachbarten Schneidezähne; bei anderen Arten, namentlich bei *M. rosalia* erreichen die oberen Incisivi kaum die Hälfte der Eckzähne (Fig. 170) und im Unterkiefer sind sie mit letzteren gleich hoch und stark kaniniform. *M. melanura* Geoff. hat längere Schneidezähne.

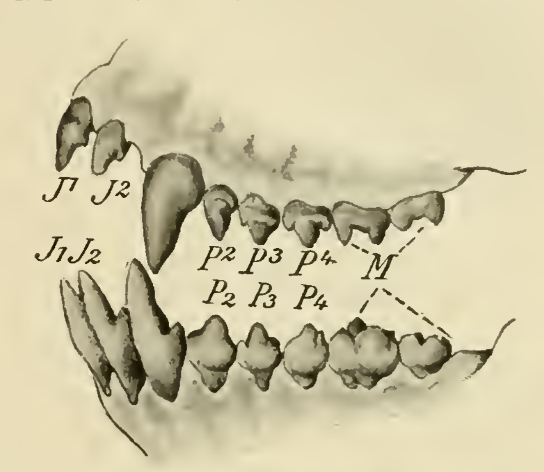


Fig. 170. **Linksseitige Zahnreihen von *Midas rosalia*.**

Bei vielen Plathyrrhinen sind die mesio-lingualen mit den bukkodistalen Höckern durch eine schräge Leiste verbunden, was man bei den Katarrhinen nur unter den anthropoiden Affen findet.

2. Unterordnung: **Catarrhini. Schmalnasen.**

Die Affen der alten Welt, mit schmalem Nasenseptum, einander genäherten, abwärts gerichteten Nasenlöchern. Das Gebiß I $\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$; C $\frac{1}{1}$; P $\frac{3.\ 4}{3.\ 4}$; M $\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$ (Milchgebiß i $\frac{2}{2}$; c $\frac{1}{1}$; m $\frac{2}{2}$) wird vollständig gewechselt, derart, daß die Eckzähne lange vor dem 3. Molar durchbrechen, auch vor den Prämolaren ihrer Reihe. Das Gebiß unterscheidet sich durch 3 Molaren von dem der Hapaliden und durch nur 2 Prämolaren von allen Platyrrhinen. Da die großen Canini in die gegenüberstehende Zahnreihe eingreifen, entstehen mehr oder weniger große Diastemen. Die Molaren haben vierseitige Form, mehr oder weniger stumpfe Höcker, die, wie bei den Cercopithecidae, in einem vorderen und einem hinteren Paar je durch einen Querkamm verbunden sind. Der hinterste Molar des Unterkiefers — mit Ausnahme von Cercopitheus — zeigt noch eine fünfte Spitze am hinteren Rande. Am oberen Rande kann beiden Hylobatidae, Anthropoidae und den Menschen umgekehrt von den vier Höckern der hintere innere fehlen. Winge sieht in diesem Umstande, daß dieser Höcker immerhin der schwächste ist, einen ursprünglichen Zustand wie bei den Cebidae und Prosimiae; wogegen Cope das als einen Rückschlag nach entlegenen Ahnen mit trituberkularen Zähnen betrachtet. Man teilt die Katarrhinen in Cynomorphen und in Anthropoiden, menschenähnliche Affen.

Cynocephalidae, Familie der Paviane, mit großen raubtierähnlichen Eckzähnen. Die typische Gattung *Cynocephalus* s. *Papio,* Pavian, hat lange und kantige Eckzähne, von denen die unteren stärker ge-

krümmt sind. Die oberen Prämolaren zeigen zwei spitze Höcker; die Molaren in beiden Kiefern besitzen zwei gerade und quergestellte Höckerpaare, die tief voneinander getrennt sind.

Cercopithecidae, Familie der Meerkatzen, $I\frac{1.\ 2}{1.\ 2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{3.\ 4}{3.\ 4}$; $M\frac{1.\ 2.\ 3}{1.\ 2.\ 3}$. Die Gattung *Macacus* zeigt in beiden Kiefern, namentlich im Oberkiefer, schief nach vorn stehende Schneidezähne, von denen die mittleren die größeren sind. Zwischen den Schneidezähnen und dem Eckzahn des Oberkiefers ist ein großes Diastema vorhanden. Der Eckzahn ist im Durchschnitt dreieckig und zeigt eine scharfe nach hinten gerichtete Leiste und eine tiefe Furche auf der labialen Fläche. Der untere bedeutend kleinere Eckzahn ist sehr kräftig und scharf. Beim Männchen ist der Caninus bedeutend größer als beim Weibchen, doch ist dieser Unterschied in der Milchbezahnung nicht vorhanden, bei der die Eckzähne relativ klein sind. Die Prämolaren im Oberkiefer sind dreiwurzelig; der 1. untere Prämolar hat eine spitze Krone, er artikuliert mittels seiner scharfen Labialfläche mit dem oberen Eckzahn und ist eigentümlich gestaltet. Von den zwei Wurzeln ist die mesiale aufwärts gestreckt, so daß der mesio-distale Umfang des Zahnes viel größer erscheint. Der letztere liegt also fast schräg auf dem Alveolarrande, mit seiner distalen Wurzel in der Alveole, während die mesiale Wurzel fast frei nach oben ragt. Diese eigentümliche Form ist auch für die Paviane charakteristisch. Der 2. Prämolar des Unterkiefers hat zwei Wurzeln ebenso die Molaren, deren Kronen vier Höcker zeigen, bisweilen fünf; die schräge Querleiste fehlt. Der letzte Molar ist der größte und besitzt fünf Höcker zwischen den beiden Querwülsten, die durch quere Verbindung der zwei Paar gewöhnlichen, gleich großen Höcker entstanden sind. Der Zahnwechsel erfolgt frühzeitig und ist schnell beendigt. *Inuus,* Hundsaffe, schließt sich in seiner Bezahnung dem Cynocephalus an. Ein ähnliches Gebiß zeigt *Cercopithecus sabaeus,* die grüne Meerkatze. Die Schneidezähne stimmen mit diesen Gattungen völlig überein, ebenso die oberen und unteren Prämolaren, die Eckzähne dagegen sind von sehr veränderlicher Länge. Die Molaren haben sämtlich nur vier Höcker, von denen oben die äußeren schärfer und höher als die inneren, unten die inneren höher als die äußeren sind.

Semnopithecidae, Familie der Schlankaffen. Die typische Gattung *Semnopithecus* unterscheidet sich in ihren einzelnen Arten dadurch, daß bei *S. maurus* die unteren Schneidezähne gleich groß sind, die Backzähne denen des Inuus gleichen, während bei *S. nasicus* die abgenutzte Kaufläche Querjoche erzeugt; bei *S. mitratus* sind die noch nicht abgenutzten Schneidezähne löffelartig gestaltet.

An diese Familie schließen sich die afrikanischen Stummelaffen an mit der Gattung *Colobus Guereza,* dessen Backzähne bis auf die viel längeren Eckzähne mit Cercopithecus übereinstimmen. Hinter dem letzten oberen linken Molar liegt eine deutlich ausgebildete Alveole für einen einwurzeligen Zahn.

Anthropoidae s. Anthropomorphae, Menschenaffen, mit nacktem menschenähnlichen Gesicht, bildet die zweite Gruppe der Katarrhinen. *Simia satyrus* s. *Satyrus orang,* Orang-Utang (Fig. 171), zeigt eine Bezahnung, welche der des Menschen sehr nahe steht. Die mittleren Schneidezähne des Oberkiefers sind wie beim Menschen, nur größer. Die seitlichen sind im Verhältnis zu den mittleren viel schmäler und mehr eckzahnartig, indem die Schneidefläche derart nach

dem mesialen und distalen Winkel abfällt, daß eine mittlere Spitze statt eines dünnen schneidenden Randes zurückbleibt; im Unterkiefer sind die Schneidezähne groß und kräftig. Die Eckzähne sind stark entwickelt und zugespitzt, das auf der Rückfläche des Zahnes sich zu einem Höcker erhebende Cingulum sowie eine mittlere Leiste an der lingualen Fläche sind deutlich ausgeprägt. Beim weiblichen Orang ist der Eckzahn halb so lang als irgend ein anderer Zahn, beim Männchen ist er noch länger. Da die Größe der Eckzähne verhältnismäßig durch den sexuellen Charakter bedingt wird, so ist sie bei jungen Tieren nicht besonders auffallend. Im Oberkiefer ist der 1. Prämolar einem Eckzahn mehr ähnlich als beim Menschen; der bukkale Höcker ist lang und spitzig und durch eine Leiste mit dem vorderen Teil des lingualen, nur schwach angedeuteten Höckers verbunden. Der 2. Prämolar ist ein mehr stumpfer und breiter Zahn. Die Prämolaren sind dreiwurzelig. Der untere 1. Prämolar sieht ebenfalls dem Eckzahn ähnlich, nur ist er kürzer, dicker und stumpfer und besitzt kaum einen lingualen Höcker. Beim 2. Prämolar ist dieser Höcker höher als der bukkale und das Cingulum bukkal- und lingualwärts derartig ausgebildet, daß es fast zwei akzessorische Höcker darstellt. Es gibt keine Bezahnung, in welcher der Uebergang



Fig. 171. **Schädel von** ***Simia satyrus*** (Orang-Utan). ca. $^1/_5$ nat. Gr.

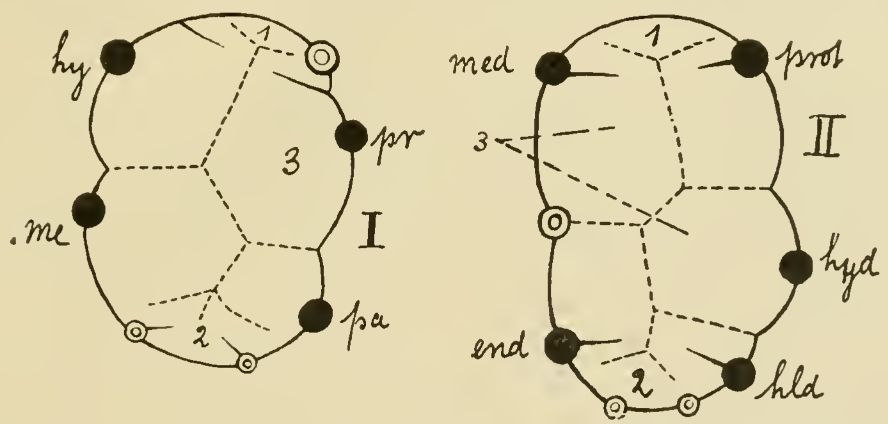


Fig. 172. **Schema eines oberen 1. Molaren und eines unteren 2. Molaren vom Orang-Utan.** Die Haupthöcker sind durch schwarze Kreisflächen angedeutet, die variablen Nebenhöcker durch Doppelkreise mit Berücksichtigung ihrer relativen Größe. Die punktierten Linien auf der Kaufläche bezeichnen die typischen Rinnen ursprünglicher Grenzfurchen zwischen den Höckern. *hy* Hypoconus, *me* Metaconus, *pr* Protoconus, *pa* Paraconid, *hld* Hypoconulid, *hyd* Hypoconid, *end* Entoconid, *prot* Protoconid, *1* Fovea anterior, *2* F. posterior, *3* F. centralis. Nach Selenka.

von den Incisiven zu den Eckzähnen, von letzteren zu den Prämolaren und von diesen zu den Molaren so deutlich ausgesprochen ist, wie beim Orang. Die Molaren sind in ihrer Gestalt den menschlichen sehr ähnlich namentlich im Unterkiefer, nur zeigen alle noch nicht benutzten Zähne eine fein gerunzelte Kaufläche (Fig. 172). *Troglodytes niger s. Anthropopithecus* Blainville, Schimpanse (Fig. 173), stimmt in seiner Bezahnung mit dem Orang überein. *Gorilla engena,* Gorilla (Fig. 174, 175), zeichnet sich durch Backzähne aus, die drei äußere und drei innere Höcker besitzen. Ob-

gleich der Gorilla dem Menschen am nächsten steht, so differiert dennoch die Bezahnung. Die Kiefer sind fast viereckig, zwischen der Schneidezahnreihe und dem Eckzahn ist ein großes Diastema; der männliche Gorilla zeigt einen überaus kräftigen, großen Eckzahn, dessen Spitze bei geschlossenem Munde weit über das Niveau des Alveolarrandes des Unterkiefers herabreicht. Nichtsdestoweniger ist trotz der gröberen und stärkeren Zähne eine allgemeine Aehnlichkeit mit dem Gebisse des Menschen nicht zu leugnen. Beim Schimpanse zeigen die Molaren wie beim Orang niedrige Höcker mit zahlreichen

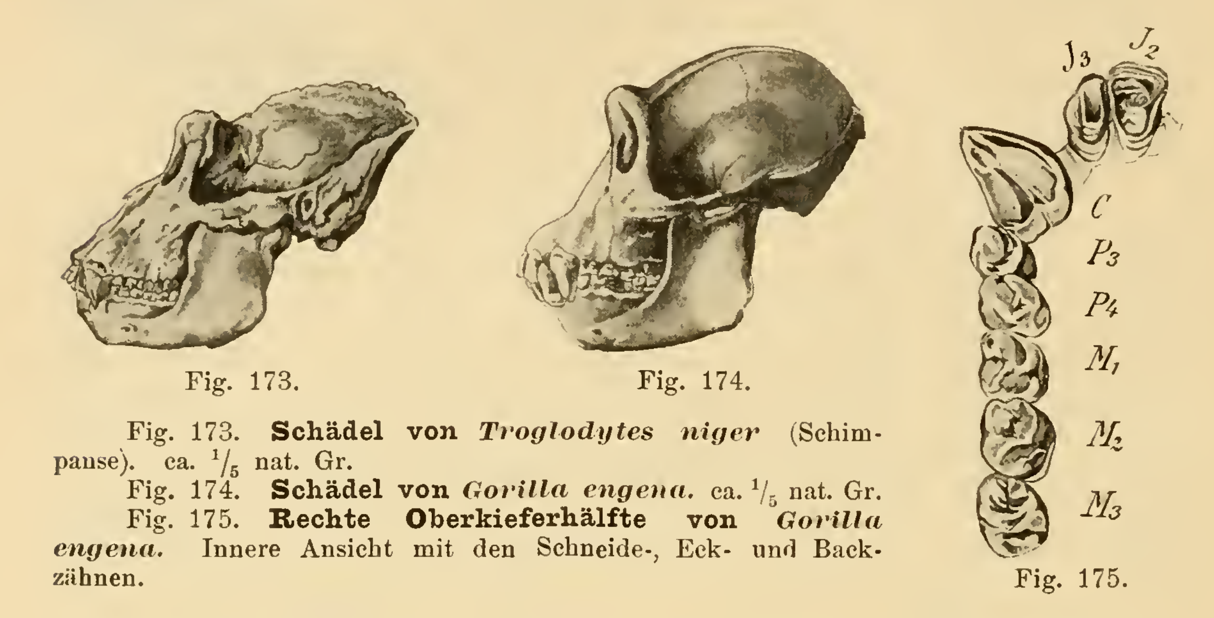


Fig. 173. Fig. 174. Fig. 175.

Fig. 173. **Schädel von *Troglodytes niger*** (Schimpanse). ca. $^1/_5$ nat. Gr.
Fig. 174. **Schädel von *Gorilla engena.*** ca. $^1/_5$ nat. Gr.
Fig. 175. **Rechte Oberkieferhälfte von *Gorilla engena.*** Innere Ansicht mit den Schneide-, Eck- und Backzähnen.

flachen Runzeln. Der 3. Molar hat Neigung zur Rückbildung. Der Eckzahn ist kleiner als beim Gorilla. Die vierte Gattung der Anthropoiden repräsentiert *Hylobates syndactylus,* der Gibbon, von dem sich bereits im Obermiozän und Pliozän fossile Reste zeigen. Während die Gorillas die höchstentwickelten Affen sind, bilden die Gibbons die unterste Stufe dieser Gruppe. Sehr niedrige lange Zahnkronen charakterisieren die Hylobatiden. Die faziale Fläche der Schneidezähne ist gleichmäßig gewölbt und glatt. Die unteren Incisivi sind fast gleich groß; die Eckzähne, bei beiden Geschlechtern gleich lang und spitz, erscheinen sehr spät, meist aber vor dem letzten Molar. Die Prämolaren sind von fast gleicher Größe und denen des Orang ähnlich. Die Molaren des Oberkiefers sind vierhöckerig, die Höckerpaare etwas schief. Die drei Molaren des Unterkiefers gleichen sich in Form und Größe und haben außer den gewöhnlichen vier Höckern noch einen hinteren fünften. Der innere Höcker des ersten Paares ist überall der schärfste; der unpaare fünfte Höcker, den alle drei Molaren besitzen, liegt in der Mitte des hinteren Kronenrandes. Wie bei den Anthromorphen ist auch bei den Hylobatiden der Schmelz der Kaufläche — wenn auch nur schwach — gerunzelt. Entgegen dem Verhalten bei niederen Affen erfolgt der Zahnwechsel langsam und beginnt erst dann, sobald der 1. Molar entwickelt ist.

Die im Miozän und Pliozän Europas gefundenen Quadrumanen erweisen sich nach ihrer Bezahnung als Katarrhinen, wie die Form des Unterkiefers mit der langen schrägen Symphyse des dem Hylobates nahestehenden *Pliopithecus,* der Oberkiefer des ebenfalls dem Hylobates ähnlichen *Palaeopithecus, Dryopithecus* und *Mesopithecus. Plio-*

pithecus unterscheidet sich durch den längeren 3. Molar im Unterkiefer; ebenso zeigt der mediale hintere Höcker des Talonid zwei bis drei kleine Höckerchen und geringere sagittale Dimensionen der Prämolaren, niedrigere Kronen der Eckzähne und Fehlen der Schmelzrunzeln. *Dryopithecus* ist aber viel größer, zeigt mehr parallele Zahnreihen, längere Form des 1. Prämolar, starke Schmelzleisten und Runzelung der Molarkronen mit mäßig großen Höckern. Jetzt lebende Gattungen sind schon im Pliozän und im Diluvium gefunden, wie *Macacus pliocenus*. Von Platyrrhinen sind fossile Reste von *Protopithecus* aus den brasilianischen Knochenhöhlen bekannt geworden.

3. Unterordnung: **Anthropinen. Menschen.**

An die Catarrhinae schließt sich der Mensch an, über dessen Stellung in der Klasse der Säugetiere verschiedene Meinungen vorliegen, je nach dem Werte, welcher den Eigentümlichkeiten seines körperlichen Baues beigelegt wird. Während Cuvier, später Owen u. a. für den Menschen eine besondere Ordnung aufstellen und denselben unter die **Bimana** klassifizieren, schätzen andere Forscher wie Huxley und seine Anhänger, die Merkmale, welche den Menschen von den Anthropoiden unterscheiden, weit geringer und betrachten dieselben, im Anschluß an die Auffassung von Linné, welcher den Menschen mit den Affen in einer gemeinsamen Ordnung der Primaten vereinigte, nicht höher als Familiencharaktere.

Die Anthropinen zeichnen sich von den anderen Primaten durch Rückbildung der Behaarung an den meisten Körperstellen aus; sowie durch aufrechten Gang und geringere Beweglichkeit der verschiedenen Gliedmaßen; durch die Entwicklung einer artikulierten Sprache, hohe Intelligenz, starke Ausbildung des Großhirnes und demgemäße Vergrößerung des Hirnschädels auf Kosten des Gesichtsschädels. Die weit über 1500 Millionen Menschen teilt man in drei Hauptgruppen, die schwarzen, gelben und weißen, die sich wieder in 10 Rassen spalten: Die Kaukasier; die Neger; die Buschmänner; die Hottentotten; die Drawida; die Amerikaner; die Malaien; die Mongolen; die Papua; die Australier.

Nach der verschiedenen Schädel- und Gesichtsform unterscheidet Retzius: Langköpfe, *Dolichocephalen* (9:7) und Kurzköpfe, *Brachycephalen* (8:7); sodann nach der Stellung des Gebisses und der Zähne *Orthognathen* und *Prognathen*. Bei ersteren stehen die Vorderzähne senkrecht aufeinander; bei den Prognathen sind diese Zähne schief nach vorn gerichtet und treffen sich in einem stumpfen Winkel. Die Völker Europas sind Orthognathen und großenteils, die Celten und Germanen ausgenommen, Brachycephalen.

Wie schon erwähnt, ist es ein noch immer sich hinziehender Streit, ob die Menschen als eine Art, als Homo sapiens mit vielen Rassen aufgefaßt, oder in mehrere Arten unterschieden werden sollen. Nach Hertwig spricht die bei Kreuzungen der Menschenrassen vorhandene Fruchtbarkeit für die erste, die tatsächlich vorhandenen Unterschiede und die Konstanz derselben für die zweite Auffassung. Die Erörterung dieser Frage, welche durch die Deszendenztheorie wesentlich an Bedeutung verloren hat, und die Aufstellung bestimmter Menschenrassen resp. -Arten bildet den Gegenstand der Anthropologie und der Paläontologie.

Wenn man alle Anthropinen, also auch den Menschen, unter der gemeinsamen Gattung als *Homo sapiens* (Fig. 176) zusammenfaßt und die Gattung in eine Anzahl Rassen teilt, so wird man finden, daß diese letzteren meist ebenso verschieden untereinander sind wie nahestehende Species in den einzelnen Säugetiergruppen. Gewisse Menschenrassen stehen den Anthropomorphen mehr oder weniger nahe. Die Negerrasse ist z. B. durch breite platte Nase ausgezeichnet, vorspringende stark entwickelte Gesichtspartie, große Zähne, schräg gestellte Incisivi, zurückgebogenes Kinn, schmalen und längeren Brustkasten, längere Zehen usw., Charaktere, die sämtlich auf die anthropomorphen Affen zurückweisen.

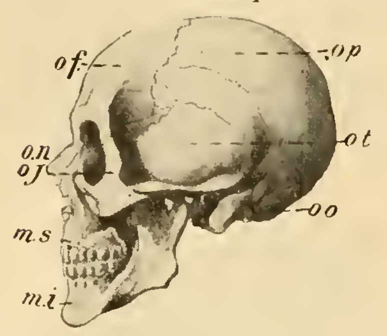


Fig. 176. **Schädel von *Homo sapiens*.** ca. $^1/_4$ nat. Gr. *m.i* Maxilla inf., *m.s* Maxilla sup., *o.f* Os frontale, *o.j* Os jugale, *o.n* Os nasale, *o.o* Os occipitis, *o.p* Os parietale, *o.t* Os temporale.

Aus der Quaternärperiode von Europa kennt man Ueberreste verschiedener Menschenformen, dem Menschen der Jetztzeit ähnlich. Am meisten Aufsehen hat ein Fund im oberen Pliozän von Java gemacht. Es handelt sich um ein Schädeldach, einen Femur und zwei Backzähne, die in einiger Entfernung voneinander gefunden wurden, die ihre Zusammengehörigkeit außer allen Zweifel stellt. Die Stücke wurden auf ein Bindeglied zwischen Menschen und Affen bezogen: *Pithecanthropus erectus* Dubois, während andere Forscher diese Reste teils von echten Affen teils von echten Menschen herstammend deuteten. Nicht weniger interessant als dieser affenähnliche Pithecanthropus sind gewisse in Höhlen vorgefundene, wahrscheinlich diluviale Menschenreste, wie der Neandertalmensch, *Homo neandertalensis*, die Schädel von La Naulette, von Spy in Belgien, der Schipkakiefer, vor allem die reichen Krapinafunde von Gorjanovič-Kramberger. Alle gehörten Menschen an, welche wegen der geringen Kapazität ihres Schädels, des pithekoiden Charakters ihres Gebisses und der Kieferbildung den Affen näher standen als die niedersten jetzt lebenden Menschenrassen, so daß die Unterscheidung einer altertümlichen, den Affen nahe kommenden Menschenart, des *Homo primigenius* Schwalbe, immer mehr Anhänger findet.

In neuerer Zeit hat Port über den Kieferfund des Homo heidelbergensis ausführlich berichtet und konstatiert, daß man es mit einem Funde von so primitiven Merkmalen zu tun hat, daß die Erkennung als menschlicher Unterkiefer nur durch den Befund an den Zähnen möglich ist. Der Ramus mandibulae zeigt am deutlichsten die nahen Beziehungen zu dem Unterkiefer niederer Affen und rezenter sowie fossiler Prosimien: die Aehnlichkeit des Processus coronoideus, die flache Incisura semilunaris bei Cynocephalus, die Andeutung einer Incisura subcoronoidea bei Mycetes und die Breite der Aeste bei fossilen Lemuriden.

In der allerneuesten Zeit hat die Beschreibung eines Schädelfundes aus der Grotte von La Chapelle aux Saints durch den französischen Forscher Marcelin Boule großes Aufsehen gemacht, um so mehr, als hier zum erstenmal der ganze Schädel mit dem dazu gehörigen Unterkiefer vorliegt. Man hat es da mit einer altertümlichen Rasse der Neandertal-Species zu tun, als die durch die

früheren Schädelfunde (vom Neandertal bei Düsseldorf und Spy in Belgien) vertretene Rasse es ist; in den wichtigsten Punkten jedoch, in der niedrigen nach hinten „fliehenden“ Stirn, in dem enormen tierischen Vorspringen der Knochenwülste über den Augenhöhlen, sowie dem schnauzenartigen Vorspringen des großen breiten Gesichtes und namentlich des Gebisses herrscht die größte Uebereinstimmung. Mit dieser „Capellensis-Rasse“, wie Pohlig den von Boule abgebildeten Fund nennt, erscheint nunmehr die Kette der eiszeitlichen Rassen des *Homo neandertalensis* fast vollständig bis zu dem *Pithecanthropus* von Java hin chronologisch oder geologisch geschlossen. Wir haben die älteste oder Heidelbergensis-Rasse, dann die Primigenius-Rasse, von Krapina als helvetisch-interglaziale, die Capellensis-Rasse und sodann die von Neandertal-Spy als berolinisch-glaziale Vertreter der Pithekanthropen aus der letzten großen Eiszeit. Von diesen hatte die älteste, die Heidelberger Rasse, nach dem Kieferfunde, noch gar keine oder nur sehr wenig Fähigkeit zu sprechen, bei der Primigenius-Rasse war das Sprachvermögen schon etwas entwickelt, bei den späteren Rassen schon fortgeschrittener; alle aber hatten noch den Mangel der aufrechten Gangart mit den Menschenaffen gemein, die Unfähigkeit, das Bein im Gehen gerade zu strecken. Boule kommt schließlich zu dem Resultat, daß diese neue französische Capellensisrasse der Neandertalspecies des Diluvialmenschen genau in der Mitte steht zwischen dem geologisch viel älteren Affenmenschen in Java und den geologisch jüngeren, niedrigsten Menschenrassen von heute, also von Australiern etc. Diese Folgerung von Boule deckt sich vollkommen mit der von Pohlig vertretenen Beurteilung des Neandertalmenschen, die auch derjenigen der englischen Forscher Huxley und Lyell entspricht.

Das Gebiß der Affen im Vergleich zum menschlichen.

Ueber die Verwandtschaft in der Bezahnung der am meisten anthropomorphen Affen und der des Menschen gehen die Meinungen unserer Forscher ziemlich auseinander. Branco findet im allgemeinen bei den höchststehenden Menschen, den Kulturrassen, Uebereinstimmung mit den niedersten Affengattungen, den Prosimien, und umgekehrt bei den Völkern niederer Kultur eine Uebereinstimmung mit den höchstorganisierten Affen, den Anthropoiden. Im anderen Sinne läßt sich Schaafhausen aus, welcher glaubt, daß vor vielen tausend Jahren der Unterschied zwischen niedrigstehenden Menschen und dem höchstentwickelten Affen viel geringer gewesen sei als heutzutage, wo übrigens diese beiden Arten im Aussterben begriffen seien, nämlich die niedrigstehenden Menschen und die anthropomorphen Affen. Die großen Affen von Asien und Afrika unterscheiden sich untereinander in derselben Weise, wie die Menschen der beiden Erdteile; nämlich durch Form des Schädels und durch die Farbe. Wie der brachycephale Malaye, ist der Orang-Utan braun und sein Kopf abgerundet; der Gorilla dagegen ist schwarz und dolichocephal, wie die afrikanischen Neger. Eine andere Theorie, nach welcher Dryopithecus der Stammvater der Europäer und der Orang-Utan der der Malayen sei, während die Neger vom Schimpanse und Gorilla abstammen sollen, wird von Pruner-Bey bekämpft. Die Unrichtigkeit dieser Ansicht geht nach genanntem Autor schon daraus hervor, daß

die zur malayischen Rasse gehörigen Dajak, welche dolichocephal sind, im Gebiete des brachycephalen Orang-Utan wohnen. Nach Thompson sind die Unterschiede zwischen den niederen Menschenrassen und den höheren Affen nicht so groß, wie die zwischen den niederen und höheren Rassen des Menschen selbst. Starke und gutgebildete Zähne nähern die Menschen dem Affen, während schwach entwickelte Zähne sie von denselben entfernen. Den für die anthropoiden Affen und sogar für die niederen Affen und Lemuriden charakteristischen Bau der Zähne sehen wir oft beim Menschen wiederholt. Dagegen findet Jhering die Unterschiede zwischen Menschen und Affen weit geringer, als die innerhalb der Ordnung der Affen zu beobachtenden. Nach diesem Forscher ist die Uebereinstimmung beider in bezug auf die Zähne eine sehr große und betreffen die Unterschiede bloß Variationen der Form und Größe.

Wir wollen die charakteristischen Merkmale, welche die Bezahnung der Anthropomorphen von dem Gebisse des Menschen trennen, in folgenden pithekoiden Merkmalen zusammenfassen.

Das Diastema. Hierunter versteht man die Lücke zwischen Schneide- und Eckzahn im Oberkiefer, oder zwischen Eckzahn und Prämolar, oder zwischen den Prämolaren des Unterkiefers, wie dies beim Menschen oftmals im anormalen Zustande vorkommt. Dieses Diastema ist entschieden eine pithekoide Bildung, besonders dann, wenn die übrigen Zähne in gedrängter Reihe stehen. Nach Lambert hängt das Diastema mit der beträchtlichen Größe der Eckzähne zusammen. Beim Schließen des Mundes treffen die langen Canini mit ihrer Spitze in diese Lücke. Für den Menschen ist die Ursache jedenfalls nicht mehr nachzuweisen. Die Lücke zwischen den beiden mittleren Schneidezähnen bezeichnet Virchow als Trema, während Busch dieselbe Interstitium nennt. Dieses Trema kann beim Menschen auch bei sonst dicht gedrängten Zähnen vorkommen. Es findet sich ferner, wenn die lateralen Schneidezähne fehlen, hauptsächlich beim weiblichen Geschlechte. In diesem Trema stehen häufig Zapfenzähne. Perusini bezeichnet das Trema als „diastema lemurinico“, das Diastema zwischen dem lateralen Schneidezahn und dem Eckzahn oder zwischen letzterem und dem 1. Prämolar als „diastema ferino“. Dieses Trema findet sich bei Negern, Neu-Aegyptern, bei Massai und Zwergen.

Volumenzunahme der Molaren. Daß die Größe der Zähne bei niederen Rassen vielfach zum Vergleich derselben mit den Anthropoiden geführt hat, ist eine erwiesene Tatsache und von M. de Terra in seiner Odontographie der Menschenrassen in eingehender Weise behandelt worden; der Autor ist dabei zum Schlusse gekommen, daß eine Beziehung der niederen Menschen speziell zum Schimpansen unter anderen Merkmalen besonders durch Vergleichung der Zahndimensionen beider möglich ist.

Was die Größenzunahme der Molaren vom ersten zum dritten betrifft, so besteht eine solche nach Owen und Jhering bei niederen Rassen und Affen. Magitot konstatiert aber auch, daß die für die weiße Rasse charakteristische Volumenabnahme der Molaren ebenso bei Affen vorkommt.

Anordnung, Höhe und Zahl der Backzahnhöcker. Hinsichtlich der Höckerhöhe verleiht Branco dem Menschen eine vermittelnde Stellung zwischen Orang-Utang und Schimpanse einerseits,

Gorilla und Gibbon andererseits. Bei Hylobates syndactylus liegt der dritte Außenhöcker der unteren Molaren am hinteren Ende des Zahnes, ganz wie beim Menschen. Dubois und Houzé finden, daß die Niedrigkeit der Höcker den Zähnen einen menschlichen Charakter verleiht, da im Gegensatz zu den Affen die Molaren des Menschen durch niedrige Höcker ausgezeichnet werden. Das ist aber nicht ganz richtig, denn wie schon Selenka sagt, stehen Höckerhöhe und Schmelzrunzelung in Korrelation, so daß niedrige Höcker sich vorfinden, wo starke Runzelung der Schmelzoberfläche sich zeigt, und umgekehrt hohe Höcker bei geringer Furchung der Kaufläche.

Was die Zahl der Höcker betrifft, so sind bekanntlich die unteren Molaren der Primaten vierhöckerig. Um nun einen Anschluß an diese Affen zu finden, deutet Topinard das Auftreten vierhöckeriger unterer Molaren beim Menschen atavistisch, indem er hinzufügt, daß nur noch die queren Kämme und die Teilung in zwei Etagen beim menschlichen Molar nötig seien, um das genaue Bild eines pithekoiden Molaren zu erhalten. Wie schon früher bemerkt wurde, ist die Zahl fünf die Grundzahl für die Höcker der unteren Molaren des Menschen und der Anthropoiden. Thompson nennt nun das Vorhandensein von fünf Höckern bei niederen Rassen ein pithekoides Merkmal. Damit ist allerdings zu viel gesagt; sicher ist aber, daß sich der fünfhöckerige Typus beim zivilisierten Menschen kaum noch auf den 1. unteren Molar erhält und daß meist nur vier Höcker vor kommen. Bei vielen niederen Rassen (Buschmann, Neger, Australier, Neu-Kaledonier, Kaffern) hat der 2. Molar im Unterkiefer ebenso wie der 1. fünf Höcker; dasselbe findet sich bei den Anthropoiden, aber bei den europäischen Menschenrassen fehlt der fünfte Höcker meist am 2. Molar.

Die Bedeutung der **Incisorenhöcker** und der **Eckzahnhöcker** ist noch nicht festgestellt, doch dürfte es zu ihrer Erkenntnis von großer Wichtigkeit sein, daß die Zähne des Krapina-Menschen dadurch geradezu charakterisiert werden. Als pithekoide Bildung spricht M. de Terra dagegen die Basalhöcker an, die an permanenten Eckzähnen meist einzeln, an Milchzähnen oft zu zweien an der Lingualseite vorkommen. Die Eckzähne des Milchgebisses erinneren in diesem Falle so zweifellos an die der jugendlichen Anthropoiden, als daß eine Verwechslung beider möglich sein könnte, wenn nicht die Dimensionen verschieden wären. Am permanenten Eckzahne der Affen zeigt sich allerdings gewöhnlich eine mediale Längsrinne, doch kann diese auch lingual verlaufen, und nimmt dann zwischen den beiden Basalhöckern ihren Anfang. Auch die Form des Milcheckzahnes beim Menschen erinnert an die Affen, indem die Krone deutlich gegen den Hals abgesetzt ist und unvermittelt in die breite Form übergeht, während beim permanenten Molar des Menschen das Auslaufen des Zahnhalses in die Krone ein gleichmäßiges ist. Hierüber hat speziell Regnault Untersuchungen angestellt, während für die Incisivi Azoulay und Regnault konstatiert haben, daß sich die Schneidezähne der Neger und Papua am meisten denen der Anthropoiden nähern, namentlich durch die Divergenz der Seitenwände gegen die Schneidekante. Als charakteristische Erscheinung der zivilisierten Rassen muß das Parallelwerden der Seitenwände der Schneidezähne angesehen werden. Zuckerkandl hebt hervor, daß an den mittleren Schneidezähnen der Anthropoiden die Seitenflächen gegen die Kau-

kanten hin stärker divergieren, als beim Menschen. Daher haben diese Zähne auch eine mehr schaufelförmige Gestalt. Aehnliches bemerkt man an den unteren Schneidezähnen der höher organisierten Affen. Ausnahmsweise treten diese Formen in der menschlichen Bezahnung wieder auf. Der obere laterale Schneidezahn der Anthropoiden verhält sich wie beim Menschen, wenn dieser Zahn die typische Form besitzt, d. h. wenn die mesiale Seitenfläche rechtwinkelig verläuft und zugespitzt ist, und die distale Fläche mehr unter einem abgerundeten Winkel in die Kaukante übergeht. Die Form der Krone ist beim Affen auch konstant, während sie beim Menschen im Gegensatze zu der der unteren seitlichen Schneidezähne mannigfach variiert.

Betreffs der **Höhe** bezw. **Länge des Eckzahnes** besteht noch eine große Kluft zwischen den Anthropoiden und dem Menschen, die aber nicht unüberbrückbar erscheint, wenn man bedenkt, daß dieses Maß unter den Affen selbst sehr großen Schwankungen unterliegt. So besitzt z. B. der weibliche Schimpanse unverhältnismäßig kürzere Eckzähne, als die anderen Anthropoiden. Andererseits kann man feststellen, daß die Australier sich durch relativ sehr lange Eckzähne auszeichnen; Owen und Thompson identifizieren diese Eckzähne sogar mit denen des Orang-Utan.

In unmittelbarer Beziehung zu der bedeutenden Ausbildung der Eckzähne steht die Spezialisierung der ersten Prämolaren, die den Anthropomorphen streng von dem Menschen absondert. Bei letzterem ist P_1 zweihöckerig und bei den anderen Menschenrassen einspitzig, während beim Schimpansen der Rest eines zweiten Höckers zutage tritt. In der Artikulation trifft der untere Eckzahn der Affen vor den oberen Caninus, welcher auf diese Weise nur mit dem P_1 in antagonistische Beziehung tritt und demzufolge die Form desselben annimmt. Diese kaniniformen Prämolaren sind bei den Anthropoiden eine Neugestaltung. Beim Menschen dagegen, wo die Form und Ausbildung der Canini die anderen Zahnsorten und gerade die Prämolaren wenig oder gar nicht übertrifft, ist eine einseitige Differenzierung des P_1 nicht zustande gekommen.

Divergenz und Anzahl der Wurzeln. Die starke Divergenz der Wurzeln ist, wenn auch gerade kein pithekoides Merkmal, so doch ein inferiores Kennzeichen, da nur in einem geräumigen Kiefer der nötige Platz zur Ausbreitung der Wurzeln vorhanden ist. Unbedingt affenähnlich ist aber das Auftreten von drei Wurzeln an den oberen und von zwei Wurzeln an den unteren Prämolaren. Dagegen kommt der Ueberzahl der Wurzeln durchaus keine pithekoide oder gar phyletische Bedeutung zu. Als entschieden atavistische Erscheinung ist hier noch auf die Zweiteilung der Eckzahnwurzel beim Menschen hinzuweisen, die bisweilen im Unterkiefer vorkommt. Leche bemerkt hierzu, daß in bezug auf die Phylogenie einzelner Zähne hervorgehoben werden müsse, daß, während bisher nur bei Insektivoren und Säugern der Sekundärzeit, sowie ganz vereinzelt bei Choeropus und dem fossilen Palaeochoerus Eckzähne mit doppelter Wurzel nachgewiesen sind, von genanntem Autor bei Lemuriden zweiwurzelige Canini vorgefunden werden, und nicht nur als permanente Eckzähne, sondern auch im Milchgebisse. Nur wird manchmal ein zweiwurzeliger Caninus ersetzt und umgekehrt.

Ein weiteres pithekoides Merkmal ist die **Prognathie** und die **Form des Zahnbogens.** Im Verhältnisse zum Umfange des Schädels

und des ganzen Tieres sind Zähne und Kiefer nach allen Richtungen hin viel zu groß. Es sind daher die Affen prognath und der Gesichtswinkel sehr klein, selbst im Vergleiche zum Schädel und Kiefer eines Idioten. Beim jungen Tier ist dieser Unterschied nicht so auffallend, als beim ausgewachsenen. Anstatt daß die Zähne in einer fortlaufenden Kurve stehen, sind die Kiefer viereckig oder U-förmig und die Incisivi stehen fast geradlinig zwischen den beiden stark nach außen hervortretenden Eckzähnen, hinter welchen die Backzähne in gerader Linie sich anreihen und nach hinten zu leicht konvergieren. Selenka konstatiert beim Schimpansen das öftere Auftreten der Form einer Hyperbel analog dem Unterkiefer beim Menschen. Virchow beschreibt den Oberkiefer eines Loangonegers und bezeichnet ersteren als das am meisten pithekoide Gebiß seiner Sammlung; die Vorderzähne stehen hier in einer nahezu geraden Linie, welche mit den Eckzähnen fast rechtwinkelig in die langen Seitenteile übergeht, die unter sich fast parallel sind.

Auch die **Artikulation** existiert in einer Form bei den Affen, die von Welcker als pithekoide Bildung Labidontie genannt wird. Diese Form, d. h. das Aufeinandertreffen der Schneidekanten der Incisivi bei vorherrschender Prognathie fand Thompson nicht nur bei den Affen, sondern auch bei niederen Menschenrassen.

Endlich bietet auch der **3. Molar**, der Weisheitszahn des Menschen, pithekoide Kennzeichen. Bei den Affen ist für diesen Zahn immer hinreichender Raum vorhanden und der Molar ist weder im Ober- noch im Unterkiefer bezüglich seiner Kaufläche oder seiner Wurzeln von seinen Nachbarn unterschieden. Man findet wohl auch Negerschädel, in welchen nur geringer Raum für den Weisheitszahn vorhanden ist, so daß letzterer infolgedessen etwas verkümmert ist, und ebenso sind bei Europäern viele wohl entwickelte und gut gruppierte Weisheitszähne vorhanden; stets ist bei diesen aber der 3. Molar kleiner, als der 1. und 2., und seine Krone hat nicht die charakteristischen Höcker und Vertiefungen; seine Wurzeln sind in der Regel miteinander verschmolzen und sehr oft bildet dieser Weisheitszahn im Oberkiefer einen rudimentären Stummel. Es scheint demnach, daß die mangelhafte Entwicklung des Weisheitszahnes von ungenügenden Raumverhältnissen abhängig sei.

Bei den zivilisierten Rassen scheint dieser Zahn im Aussterben zu sein. Bei den Anthropoiden ist derselbe aber ebenso groß, als die anderen Molaren, er zeigt auch keine Variabilität und bricht gleichzeitig mit dem Eckzahn durch. Bei den niedersten Menschenrassen variiert der 3. Molar anscheinend nur wenig; er ist von ziemlicher Größe, und selten falsch gestellt; bei den höher zivilisierten Rassen jedoch differieren Größe, Gestalt und die Zeit des Durchbruches ganz bedeutend. Es liegt die Vermutung nahe, daß bei weiterer Veränderung der Rasse nach derselben Richtung hin der Weisheitszahn ganz verschwinden wird.

Die Bezahnung des Menschen.

Das menschliche Gebiß hat alle Zahnsorten: Incisivi, Canini, Praemolares, Molares, und muß als ein hoch spezialisiertes bezeichnet werden (Fig. 177). Ebenso läßt sich durch Vergleichung mit den Stammformen des Säugetiergebisses erkennen, daß nicht nur in der

Zahl, sondern auch in der Form der Zähne eine Reduktion beim Menschen eingetreten ist, analog den meisten jetzt lebenden Säugern. Da die typische Mammalienbezahnung 44 Zähne aufweist und da der Mensch nur 32 besitzt, die nach der Formel $I\frac{2}{2}$; $C\frac{1}{1}$; $P\frac{2}{2}$; $M\frac{3}{3}$ gruppiert sind, so ist bei dem Gebisse eine Reduktion von 12 Zähnen erfolgt und zwar fehlen der typischen Formel der 3. Incisivus und zwei Prämolaren, die nach Tomes der 1. und 2. sind, nach Baume der 2. und 4. Das Milchgebiß zeigt $i\frac{2}{2}$; $c\frac{1}{1}$; $m\frac{2}{2}$. (Vgl. p. 168.)

Auch bezüglich des äußeren Baues sind bei den anderen Säugetieren die Zähne viel komplizierter und mehr differenziert, und man sieht deutlich die Merkmale einer beginnenden Vereinfachung der jungen Form und eine Verminderung des Volumens, also eine ausgesprochene Reduktion in Form und Größe.

Während bei den verschiedenen Tieren die Art des Gebisses nach der Ernährungsweise deutlich zutage tritt und die Formen der einzelnen Zähne sowohl, wie die Anlage des Oberkiefergaumenapparates nach der Art ihrer Nahrung für Frugivoren oder Karnivoren ganz besonders eingerichtet sind, ist beim Menschen eine solche Differenzierung nicht vorhanden. Trotzdem treten beim Menschen, der Omnivor ist, die Charaktere des frugivoren Gebisses an seinen Molaren überwiegend hervor.

Fig. 177. **Ober- und Unterkiefer des Menschen mit vollständiger Bezahnung.** *s.i* Sutura incisiva, *f.i* Foramen incisivum, *s.p.t* Sutura palatina transversa, *s.p* Sulcus palatinus, *sp.n* Spina nasalis posterior, *t.a* Tuberculum anomale Carabelli, *sp.m* Spina mentalis, *J* die Schneidezähne, *C* die Eckzähne, *P* die Prämolaren, *M* die Molaren. $^2/_3$ nat. Gr.

Bezüglich der allgemeinen Zahnform sind alle Zähne des Ober- und Unterkiefers an der labialen bezw. bukkalen Seite etwas breiter als an der lingualen bezw. palatinalen Seite, was aus der Stellung der Zähne resultiert; im normalen Zustand stehen dieselben ohne Zwischenräume auf einer krummen Linie, und infolge der parabolischen Krümmung des Unterkiefers besitzt jeder Zahn ein deutlich erkennbares Merkmal, nach welchem er auf die rechte oder linke Seite des Zahnbogens gehört, je nachdem die proximale Fläche des Zahnes eine mehr ausgesprochene Wölbung zeigt. Am deutlichsten tritt dieser Unterschied der Fläche an den oberen Schneidezähnen und Eckzähnen hervor. Zur Unterscheidung der rechts- und linksseitigen Zähne gelten nach Mühlreiter drei Merkmale.

Das Krümmungsmerkmal erhält man bei Betrachtung des Zahnes von der Schneidekante her; es besteht darin, daß die labiale Fläche der Krone nach der Seite hin — also entsprechend der Krümmung des Zahnbogens — abfällt.

Das Winkelmerkmal ist am deutlichsten bei Betrachtung der labialen Fläche der Krone von vorn sichtbar; es besteht darin, daß der Winkel, welchen die Kaukante mit der medialen Berührungsfläche bildet, scharf ausgebildet ist, während der Winkel, welchen die Kaukante mit der distalen Berührungsfläche bildet, abgerundet ist. An stark abgenutzten Zähnen kann dieses Merkmal natürlich nicht mehr vorhanden sein.

Das Wurzelmerkmal besteht darin, daß die Wurzel nicht parallel der Mittellinie, sondern lateralwärts verläuft.

Mühlreiter bemerkt hierzu, daß das erste Unterscheidungszeichen das sicherste ist. Es kann die Schneide mancher Zähne so abgeschliffen sein, daß beide Winkel scharf erscheinen; auch die Richtung der Wurzel ist oftmals eine ganz indifferente, insofern eine anormale Gegenkrümmung oder einseitige Abnützung der Schneide die Ursache ist, so daß die Senkrechte der letzteren mit der Längsachse der Wurzel zusammenfällt. Aber soweit ist ein zentraler Schneidezahn nie verstümmelt, daß man an seiner labialen Fläche das Krümmungsmerkmal nicht noch erkennen könnte. In letzter Linie ist auch noch der Querschnitt der Wurzel zu verwerten, nachdem das von demselben gebildete Prisma ein ungleichseitiges ist und überdies die einzelnen Seiten eine verschiedene Wölbung besitzen.

Das permanente Gebiß.

Die Schneidezähne.

Die Schneidezähne haben eine meißel- oder schaufelförmige Krone mit scharfer sich verjüngender horizontaler Schneidekante, welche durch den Gebrauch an den oberen Zähnen hinten, an den unteren vorn abgeschliffen wird. Nach dem Durchbruch sind die Schneideflächen dreilappig, mit Längsfalten, welche den drei Lobi entsprechen und welche sich bis auf die halbe Länge der Krone verfolgen lassen. Diese Lobi nützen sich allmählich derart ab, daß schließlich die Schneidefläche ganz eben erscheint. Letztere kommt durch die Vereinigung der Lingual- und Labialseite der Krone zustande. Nach der Basis zu verengt sich der Kronenumfang etwas schroff, so daß zwischen den benachbarten Zähnen jeweilen ein dreieckiger Raum entsteht. Diese sogenannten Interdentalräume, die interstitiellen Lücken, treten besonders dann deutlich hervor, wenn die Schneidekante sehr breit ist und der Zahnhals sehr eng gegen den Kronenumfang sich absetzt. Sonst geht in der Regel bei den menschlichen Zähnen der Basisteil ohne sichtbare Veränderung der Form in den Wurzelteil über, während die Grenzlinie des Schmelzüberzuges beide Teile deutlich voneinander scheidet. In ihrer Grundform sind die Schneidezähne alle gleich und differieren nur in ihrer Länge und Breite. Die linguale Fläche ist konkav und mit Längsrinnen versehen und bei den oberen Zähnen stark ausgehöhlt, gegen die Schneidekante zu sehr platt auslaufend, wodurch dieser Teil der Krone sehr dünn wird und transparent aussieht. Die Lingualfläche endigt nach dem Zahn-

hals zu, namentlich im Oberkiefer, in eine hufeisenförmige Randleiste, *Limbus s. Cingulum*, Basalrand oder Basalleiste, in deren Mitte ein Höckerchen, *Tuberculum dentis*, sich erhebt, das besonders bei den lateralen Schneidezähnen noch eine kleine Vertiefung zeigt, *Foramen s. Foveola dentis*. Die Tiefe dieser Aushöhlung, die Dicke des Basalrandes und die Größe des Tuberculum zeigen je nach dem Grade ihrer Entwicklung Variationen der Form. Bei manchen Säugetieren, besonders beim Pferde, ist an dieser Stelle die erwähnte mit Zement erfüllte Kunne vorhanden.

Die Wurzel der Schneidezähne ist einfach, lang, konisch, seitlich etwas komprimiert, namentlich bei den unteren Zähnen, und mit Längsfurchen ausgezeichnet.

Die oberen Schneidezähne sind mehr oder weniger schräg nach vorn gerichtet, während die unteren senkrecht im Kiefer stehen. Die oberen sind auch breiter als die unteren. Man unterscheidet in beiden Kiefern ein Paar zentrale oder mittlere und ein Paar laterale oder seitliche Schneidezähne. Im Oberkiefer sind die zentralen breiter als die lateralen, während bei den unteren Schneidezähnen das umgekehrte Verhältnis stattfindet.

Die zentralen Schneidezähne des Oberkiefers.

Die Höhe der Krone variiert zwischen 8,5—14 mm, die Kronenbreite von 7—10 mm. Nach Mühlreiter beträgt die Totallänge min. 19,0, max. 29,5; Kronenhöhe min. 8,5 max. 14,0; Kronenbreite min. 7,0 max. 10,0; die Länge des ganzen Zahnes von der Schneidekante bis zur Wurzelspitze 19,0—29,5 mm (Fig. 178).

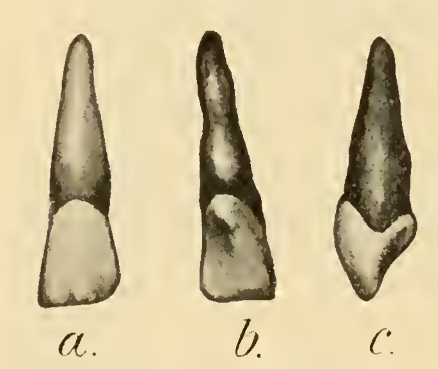


Fig. 178. **Linker zentraler Schneidezahn des Oberkiefers** mit a der Labialseite, b der Palatinalseite und c der approximalen Fläche.

Die Labialfläche ist leicht konvex und zeigt zwei seichte Längsfurchen. Die Wölbung tritt besonders gegen den Zahnhals hin stark hervor; bisweilen ist nur das oberste Drittel gewölbt, während der übrige Teil bis zur Schneidekante eben erscheint. Die ganze Fläche hat die Form eines länglichen Vierecks. Der untere mesiale Winkel ist ein rechter, während der distale nach oben abgerundet ist.

Die Palatinalfläche ist schmäler als die labiale, dreiseitig und ausgehöhlt. Die mesiale und distale Randleiste, die am Hals der Krone zusammentreffen, bilden das *Tuberculum dentis*. Die Tiefe der Aushöhlung, die Dicke der Randleisten und die Größe des Tuberculum sind verschiedenen Formen unterworfen, welche nach Zuckerkandl sieben Variationen bilden: 1. Die linguale Fläche ist nur leicht vertieft, mit zwei Furchen, welche unmittelbar unterhalb des Tuberculum beginnen. 2. Vom Tuberculum gehen ein oder zwei Wülste aus, die, allmählich sich verflachend, an der Lingualfläche verschwinden. 3. Der Limbus und das Tuberculum sind breit und stark vorspringend, die Aushöhlung an der Lingualfläche ist auffallend entwickelt, und es kommt dabei vor, daß die Aushöhlung das Tuberculum unterminiert, zumal wenn letzteres nach unten zu sich stark verlängert. 4. In dem Winkel, wo die Seitenkanten zum Höcker sich vereinigen,

bleibt ein Grübchen zurück. 5. Das Tuberculum verlängert sich bis gegen die Schneide hin und wird allmählich flacher. Zwischen dem verlängerten Wulste und dem aufgeworfenen seitlichen Rande bildet sich je ein Grübchen. 6. Das Tuberculum ist durch eine tiefe Furche bezw. durch ein Grübchen in zwei gleiche oder ungleiche Hälften geteilt, die jederseits in die Crista sich fortsetzen. Die Form mit wallartig vorspringendem Limbus haben Tomes u. a. als *Cingulum dentis* bezeichnet. 7. Die Modellierung an der Lingualfläche fehlt gänzlich und letztere fällt von dem angeflachten Tuberculum gegen die Schneide als plane Fläche ab (Fig. 179).



Fig. 179. **Palatinalflächen der zentralen oberen Schneidezähne mit verschiedener Modellierung des Tuberculum dentale.**

Mühlreiter hat außer diesen noch eine Reihe kleiner Modifikationen der Lingualfläche beobachtet, welche jedoch rein individueller Natur sind. Bei einigen wenigen Exemplaren zeigt das Tuberculum drei zierliche schmale, gleichmäßig scharf ausgeprägte Fältchen, eines sogar fünf. Das Tuberculum erscheint bisweilen durch eine Furche bis zur Wurzel gespalten oder es verlängert sich unter der Form einer einzigen medianen Leiste bis fast zur Schneide hin.

Die Seitenflächen (Berührungsflächen) sind dreiseitig, der Schmelzrand V-förmig. Während beide Flächen beim Uebergange in die Schneidekante am schmälsten sind, werden sie gegen den Hals zu bedeutend breiter. Die mesiale Seite ist immer länger als die distale; erstere geht unter Bildung eines fast rechten Winkels in die Schneidekante über, während die distale Seitenfläche leicht gewölbt ist und in einem abgerundeten Winkel in die Schneidekante verläuft (Winkelmerkmal).

Die Wurzel ist stets einfach, konisch, vierseitig mit fast rundlichem Durchschnitt und abgestumpfter Spitze. Die Wurzel des links- und rechtsseitigen Zahnes verläuft in der Richtung gegen die benachbarten lateralen Schneidezähne (Wurzelmerkmal). Bei Orthognathen steht die Wurzel in einem Winkel von 16—20° nach hinten geneigt. An den Seitenflächen, besonders mesial, zeigen sich oft seichte Längsfurchen. Die distale Seite der Wurzel ist stärker gewölbt als die mesiale. Ausnahmsweise tritt auch an der hinteren Fläche, wenn das Tuberculum durch eine Medianfurche gespaltet ist, eine Rinne auf, indem sich die Kronenfurche auf den Wurzelteil fortsetzt. Die Vorderseite der Wurzel ist meist etwas abgeplattet.

Die Pulpahöhle, welche die verkleinerte Zahnform wiedergibt, nimmt gegen die Schneidefläche zu an Tiefe ziemlich ab und endigt in zwei kleinen Divertikeln (für die Pulpahörner), zwischen welchen oftmals ein dritter kleinerer Zacken für ein drittes Pulpahorn hinzutritt. Die Pulpakammer wird gegen den Zahnhals hin mehr zylindrisch gestaltet und nimmt nach der Wurzelspitze zu an Umfang ab, wo sie wie eingeschnürt erscheint. Sehr oft kommt es auch vor,

daß der Raum der Kronenpulpa gegen den Raum der Wurzelpulpa so allmählich sich verjüngt, daß eine Grenze zwischen beiden Räumen nicht aufzufinden ist. Die Pulpahöhle ist ziemlich geräumig und der Wurzelkanal im Querschnitt rundlich.

Die lateralen Schneidezähne des Oberkiefers haben bis auf die Größe dieselben Eigentümlichkeiten, wie die zentralen. Die mehr längliche Krone, die schlank und schmal erscheint, hat eine Totallänge von min. 17,5, max. 27,5; die Kronenlänge 8,0 min. und 11,8 max.; die Kronenbreite min. 5,0, max. 8,0 (Mühlreiter.) Fig. 180.)

Die Labialfläche bietet bei näherer Betrachtung die Eigentümlichkeit, daß die Seitenflächen von halber Kronenhöhe an nicht weiter nach der Schneidekante zu divergieren wie bei den zentralen Incisivi, sondern im Gegenteil konvergieren. Aus diesem Grunde ist die Schneidekante nur kurz, mit stark abgerundeten Ecken. Es kommt allerdings auch vor, daß sich die Seitenflächen analog den zentralen Schneidezähnen verhalten. Durch die starke Abrundung der distalen Schneidekante ist das Winkelmerkmal immer noch ein sehr zuverlässiges Kennzeichen für rechts- und linksseitige Zähne. Durch die stärkere Wölbung der Labialfläche ist auch das Krümmungsmerkmal deutlich ausgesprochen.



Fig. 180. **Linker lateraler Schneidezahn des Oberkiefers** mit a der Labial- und b Palatinalseite. Das Foramen caecum ist deutlich ausgeprägt.

Die Palatinalfläche besitzt gegen die nach allen Richtungen hin konvex geformte Labialfläche äußerst starke Randleisten, die häufig zu dicken Wülsten umgeformt sind. Am oberen Kronenrande bilden sie das Tuberculum dentale und oft auch ein Cingulum. Durch die periphere Wulstung wird die Konkavität der Lingualfläche noch tiefer, als bei den zentralen Schneidezähnen, und stellt sehr oft ein richtiges Grübchen vor *(Foramen caecum)*. Das Cingulum befindet sich in allen Stadien der Entwicklung ähnlich wie bei den zentralen Incisivi. Seltener ist es zu einem Höcker in der Mitte der Lingualfläche ausgebildet und in dem Winkel, wo die Randstücke zusammentreffen, bleibt oft das erwähnte Foramen im Schmelz zurück (Fig. 181).

Die Berührungsflächen sind dreiseitig mit V-förmigem Schmelzrande. In ihrem untersten Teil, gegen die Schneidekante zu, zeigen beide Flächen eine Konvergenz.

Die Pulpahöhle ist weniger geräumig als bei den zentralen Schneidezähnen und es sind nur zwei Pulpahörner vorhanden.



Fig. 181. **Palatinalflächen lateraler Schneidezähne des Oberkiefers** mit verschiedener Wölbung der Randleisten und variabler Modellierung des Cingulum.

Die Wurzel ist seitlich etwas komprimiert und zeigen flache laterale Längsfurchen; sie verläuft oftmals noch mehr prognath als die Wurzel des zentralen Incisivus (bis 30°). Zuckerkandl fand in einem Falle eine zweigespaltene Wurzel. Als Unterscheidungszeichen dienen die gleichen Merkmale, wie bei den mittleren Schneidezähnen.

Im allgemeinen ist die Form der lateralen Incisivi sehr schwankend und letztere weisen analog den oberen Weisheitszähnen viel-

fach Zeichen von Reduktion auf (Fig. 182). Sehr oft ist das Winkelmerkmal nur an der distalen Schneidekante ausgebildet, wodurch die Form des ganzen Zahnes sich einem zentralen Incisivus nähert. In anderen Fällen ist die Abrundung der Winkel so ausgesprochen, daß die Schneide analog einem Eckzahn in eine richtige mediane Spitze ausläuft. Es kommen auch rudimentäre Formen vor (Stiftchen) oder die Zähne sind so kurz, daß sie an der Artikulation nicht mehr beteiligt sind; sie fehlen auch in manchen Fällen, und zwar häufiger auf beiden Seiten als nur auf einer. Auch die Biegung der Krone ist in verschiedenem Grade entwickelt, in manchen Fällen so stark, daß die Schneide nicht mehr nach unten, sondern nach

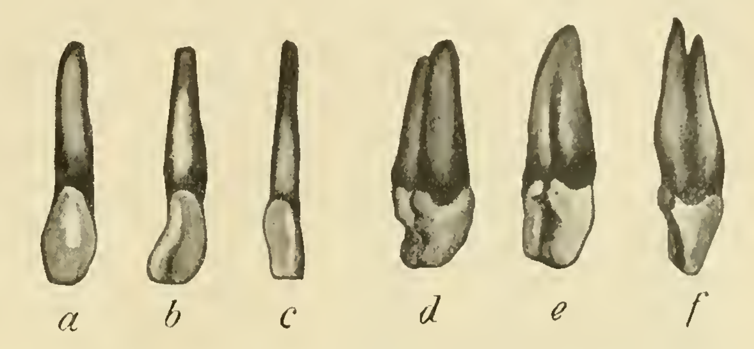


Fig. 182. **Sechs verschiedene Formen lateraler oberer Schneidezähne.** a regelmäßige Form, b verbogene, eingebuchtete Krone, c verkümmerte Krone, d und e höckerige Krone, f Schneidezahn mit Doppelwurzel.

innen gerichtet ist. Seitliche Verbiegungen kommen vielfach vor. Zuckerkandl konstatiert 30 % aller untersuchten Fälle und namentlich an der mesialen Seitenfläche der Krone auftretend. Die Breite der Krone kann bis auf 8 mm anwachsen, so daß ein solcher lateraler Schneidezahn einem zentralen ähnlich ist. Die Größe der seitlichen Incisivi richtet sich nach Baume nach der Größe der mittleren. Die Größe beider steht in einem Wechselverhältnisse derart, daß in Kiefern mit sehr großen mittleren Schneidezähnen kleinere seitliche stehen. Kleinere mittlere stehen aber gewöhnlich neben größeren seitlichen. Immerhin darf diese Theorie nicht als Regel ohne Ausnahme gelten.

Die unteren Schneidezähne sind die kleinsten von allen Zähnen des Mundes, woraus sich für die Artikulation die Konsequenz ergibt, daß die oberen Incisivi die unteren um die Breite eines halben Zahnes überragen. Nach Mühlreiter beträgt das Mittel für die Breite der zentralen unteren Schneidezähne min. 4,0 mm, max. 6,6 mm, für die lateralen min. 5,2, max. 7,2; das Mittel für die Kronenlänge der zentralen min. 7,5, max. 10,0; bei den lateralen min. 8,8, max. 11,3. Die Gesamtlänge mit Inbegriff der Wurzel schwankt bei ersteren zwischen 18,0 und 27,0 mm, bei letzteren zwischen 19,0 und 29,0 mm. Die Form gleicht im allgemeinen den oberen Schneidezähnen. Die Krone der unteren Incisivi ist mehr länglich viereckig und meißelförmig; die lateralen sind etwas breiter als die zentralen, immerhin nicht so breit wie die oberen lateralen Incisivi (Fig. 183).

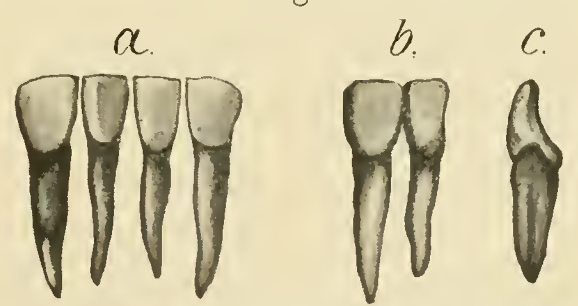


Fig. 183. **Die unteren vier Schneidezähne** mit der a Labialseite, der linke zentrale und laterale mit der Lingualseite b, und der zentrale von der c Approximalseite aus.

Die Labialfläche ist schwach gewölbt und an frisch durchgebrochenen Zähnen — in der oberen Hälfte des Zahnes — mit zwei Längsfurchen versehen, die an der Schneidekante Einkerbungen erzeugen und analog den oberen zentralen Incisivi drei Zacken bilden, die bald verschwinden. Die Längs- und Querwölbung ist nur gering, so daß das Krümmungsmerkmal nur schwer zu erkennen ist.

Die Lingualfläche ist weniger konkav, namentlich in der Querrichtung, während die Konkavität in der Längsrichtung etwas mehr ausgesprochen ist. Die Aushöhlung ist um so auffallender, weil das Tuberculum dentis mehr hervorragt als bei den oberen Schneidezähnen, obgleich es sich nicht so scharf gegen die Lingualfläche absetzt. Die geradlinige Schneidekante geht fast rechtwinkelig in die Seitenflächen über. Bisweilen steht bloß die mesiale Schneidefläche vertikal, während die distale Kante schräg nach hinten und oben gerichtet ist. Beide Kanten divergieren nach oben und der Mittelschneidezahn erhält die für die unteren Incisivi fast typische Form. An der distalen Ecke des lateralen Schneidezahnes ist nämlich das Winkelmerkmal wieder zu erkennen. Wenn auch der distale Winkel scharf bleibt, dann ist er zipfelartig ausgezogen (Mühlreiter).

Die Berührungsflächen konvergieren in der Richtung gegen den Zahnhals, so daß der frontale Durchmesser desselben gegen den sagittalen um die Hälfte zurücksteht; die labiale und die linguale Fläche fangen erst in halber Kronenhöhe an, sich in der Richtung zur Wurzel weiter von einander zu entfernen.

Die Wurzel der unteren Incisivi ist seitlich komprimiert und zeigt an ihren Lateralflächen seichte Längsfurchen. An den zentralen Zähnen ist die Wurzel fast gerade, während sie an den lateralen Incisivi leicht gebogen und seitlich stark flach gedrückt erscheint. Die beiden Seitenflächen der Wurzel sind meist mit Längsfurchen versehen, von denen die an der distalen Zahnfläche befindliche Furche stärker ausgebildet ist als die der mesialen Fläche. Wenn nur eine Seitenfurche vorhanden ist, so ist es stets die distale.

Die Pulpahöhle bildet mit dem Wurzelkanal zusammen einen engen Raum, dessen Form, analog den Schneidezähnen des Oberkiefers, die Gestalt des Zahnes in verkleinertem Maßstabe wiedergibt.

Die Unterscheidungsmerkmale der unteren Schneidezähne kommen hier schwer zur Geltung. In ihrer Form sind diese Zähne aber beständiger als die oberen.

Die Eckzähne.

Diese Zähne verdanken ihren Namen der Stellung, die sie im Gebisse einnehmen, sie springen auch beim Menschen zwischen den Schneide- und Backzähnen wie Ecken hervor. Sie sind nicht nur die längsten Zähne des Gebisses, sondern auch die kräftigsten und dicksten aller einwurzeligen Zähne. Die Canini haben eine winkelig geknickte Schneide, so daß zwei Schneidekanten unterschieden werden: eine mesiale kürzere und eine distale längere. Bei geschlossenem Gebisse liegen die oberen Eckzähne weiter seitwärts als die unteren und legen sich mit ihren Spitzen an die lateralen Ränder der unteren an.

Die Krone der Eckzähne hat nur einen Höcker, daher die Bezeichnung als *Dens cuspidatus.* Nicht nur beim Menschen, sondern

auch bei allen Säugetieren ist nur immer ein Eckzahn jederseits in beiden Kiefern vorhanden. Ueberzählige Eckzähne gehören zu den seltenen Anomalien.

Die oberen Eckzähne haben nach MÜHLREITER folgende Maße. Lippenfläche 9,5—10,5 mm; im Minimum 7,7, im Maximum 12,5 hoch und 6,5—8,0 breit, während die Totallänge zwischen 19,0 und 37,0 schwankt. Die auffallend dicke Krone läuft in einen spitzen Höcker aus. Die Kaukante setzt drei Ecken an, zwei seitliche und eine mittlere tiefstehende, welche die Spitze des Zahnes repräsentiert. Die distale Kante ist die längere und für das Winkelmerkmal von Bedeutung (Fig. 184).

Die Labialfläche zeigt eine bedeutende Wölbung in querer Richtung. Die Ecken, in denen die beiden vorhin erwähnten Schneidekanten mit den Berührungsflächen zusammenstoßen, sind verschieden hoch und auch ungleich stark. Die distale Ecke liegt höher und ist flacher, während die mesiale Ecke tiefer liegt und stärker vorspringt. Durch die stumpfe mediane Längsleiste wird die labiale Fläche in zwei dreiseitige Felder geteilt, ein mesiales schmäleres und ein distales breiteres. Durch die bedeutendere Wölbung des mesialen Feldes wird das Krümmungsmerkmal des oberen Eckzahnes ein äußerst scharfes.



Fig. 184. **Linker Eckzahn des Oberkiefers** mit a der Labial-, b der Palatinal- und c der Approximalseite.

Die Palatinalfläche gleicht einem verschobenen Viereck; sie ist weniger konkav, wie bei den Schneidezähnen und eher leicht konvex. Die auch hier vorhandene Mittelleiste begrenzt zusammen mit den gut entwickelten Randleisten zwei flache dreiseitige Gruben, welche durch die Abnutzung sich allmählich verflachen, um schließlich ganz zu verschwinden. Das gut ausgebildete Tuberculum dentale ist abgerundet und weniger vorspringend, wie bei den Schneidezähnen; oftmals wächst dasselbe in ein akzessorisches Höckerchen aus.

Die Berührungsflächen sind dreiseitig, die Schmelzgrenze verläuft mehr bogenförmig und nicht so ausgesprochen V-förmig wie bei den Schneidezähnen, und ist auf der mesialen Berührungsfläche näher der Kronenspitze als auf der lateralen.

Die fast 25 mm lange Wurzel ist seitlich komprimiert und mit seitlichen Längsfurchen versehen, sonst ähnlich wie am lateralen Schneidezahn gestaltet und in der typischen Weise gekrümmt bezw. distalwärts umgebogen. Die distale Seitenfläche der Wurzel ist häufig stärker gewölbt als die mesiale. Der Querschnitt der Wurzel, namentlich am Zahnhals, ist längsoval.

Die Pulpahöhle ist der der Schneidezähne analog, aber ihr Kronenteil läuft nur in einen Divertikel aus. Die Pulpakammer setzt sich in den geräumigen Wurzelkanal ohne Einschnürung fort.

Die Unterscheidungsmerkmale sind an den Eckzähnen äußerst scharf ausgeprägt, so daß es leicht ist, einen rechtsseitigen von einem linksseitigen Caninus zu trennen. Das Krümmungsmerkmal ist an der Eckzahnkrone am schärfsten ausgeprägt. Dazu kommen noch das Wurzelmerkmal, der Unterschied in der Länge der Schneidekanten

und der Stellung der Seitenecken, sowie die Entfernung der Schmelzgrenze von der Wurzel- bezw. Kronenspitze.

Die unteren Eckzähne sind etwas kürzer als die oberen: 20 bis 34 mm lang, aber die Krone selbst ist höher als im Oberkiefer. An der Labialfläche beträgt die Länge 9—14 mm, während die Breite 4,5—6,0 mm mißt. Die Spitze der Krone ist nicht so scharf ausgesprochen wie beim oberen Eckzahn. Im einzelnen zeigt die Krone die gleichen Eigentümlichkeiten wie im Oberkiefer. Die oberen Eckzähne besitzen im Durchschnitt wie im Maximum die längere Wurzel, die unteren dagegen die längere Krone (Fig. 185).

Als charakteristisch für die Labialfläche ist die Schmelzgrenze, welche hier konstant tiefer (0,5—2 mm) bezw. näher zur Wurzelspitze steht als an der Lingualfläche. Ohne Zweifel besitzt die Krone des unteren Eckzahnes nur deshalb eine verhältnismäßig so bedeutende Länge, weil der Schmelzüberzug der Labialfläche sich so weit über die Wurzel hinunter erstreckt. Ebenso regelmäßig ist der auffallende Unterschied in der Höhenlage des Schmelzrandes zwischen der mesialen und distalen Seite, die meist 1,5—2 mm, bisweilen bis zu 3 mm beträgt und als Unterscheidungsmerkmal für die beiderseitigen Eckzähne zuverlässig ist.

Die Lingualfläche ist schmal, mehr oder weniger flach ausgehöhlt und zeigt nur ausnahmsweise die Wölbung des oberen Eckzahnes. Während Mühlreiter Ansätze zu einer Sprossen- oder Höckerbildung als beinahe gänzlich fehlend konstatiert, behauptet Zuckerkandl das Gegenteil, welcher aus der Form der Lingualfläche ein stärkeres Hervortreten des Tuberculum dentale geradezu als Folge dieser Form bezeichnet und dabei bemerkt, daß das Tuberculum häufig den Anlauf zur Bildung eines hinteren Höckers nimmt; es verhält sich diesbezüglich der untere Eckzahn ganz ähnlich dem oberen lateralen Schneidezahn.

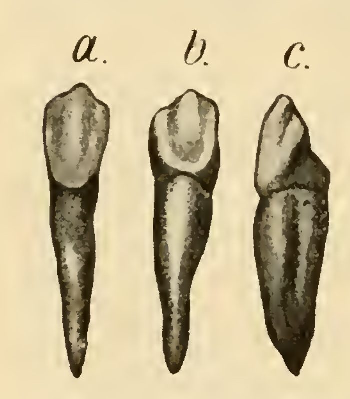


Fig. 185. **Linker Eckzahn des Unterkiefers** mit a der Labial-, b Lingual- und c Approximalseite.

Die Wurzel gleicht im allgemeinen der des oberen Eckzahnes, nur ist dieselbe kürzer und mehr gestreckt; ebenso fehlt auch die distalwärts abgebogene Spitze. Die seitlich stark komprimierte Wurzel zeigt tiefe Längsfurchen, namentlich an der distalen Seite. Bisweilen ist die Wurzel zweispaltig und zwar in Form eines lingualen und labialen Schenkels, welche verschieden weit gegen den Zahnhals emporreichen.

Die Pulpahöhle ist analog dem oberen Eckzahn; die Kronenpulpa hat nur ein Horn. Entsprechend der ausgedehnten Tiefe der Eckzähne an der Kronenbasis verbreitert sich auch die Pulpahöhle in labio-lingualer Richtung ganz bedeutend; der Uebergang in den Wurzelkanal erfolgt ohne eigentliche Einschnürung, dagegen bleiben Pulpakammer und Wurzelkanal im mesio-distalen Durchmesser ziemlich eng, so daß beide einen ovalen, von beiden Seiten mehr oder weniger stark komprimierten Raum darstellen (Mühlreiter).

Als Unterscheidungsmerkmale der beiden unteren Eckzähne gelten die gleichen Zeichen wie bei den oberen Eckzähnen.

Die Prämolaren.

Die kleinen Backzähne, oder Bikuspidaten wegen ihrer zweispitzigen Krone genannt, zeigen eine Kaufläche mit zwei Höckern, einen größeren und höheren bukkalen und einen kleineren und niedrigeren lingualen. Bei den unteren beiden Prämolaren überwiegt der bukkale Höcker oft so sehr, daß der linguale wie ein akzessorisches Höckerchen erscheint, während beim oberen 2. Prämolar beide gleich stark sein können. Die zwei Höcker sind durch eine von mesialnach distalwärts verlaufende Querfurche getrennt, aber durch eine vordere und eine hintere Randleiste verbunden. Die Krone der unteren Prämolaren steht nicht in der Richtung der Wurzel und ist analog den unteren Eckzähnen lingualwärts abgebogen. Die Wurzel bei den oberen Prämolaren ist tief gefurcht und in einen bukkalen und einen lingualen Schenkel gespalten; selten ist auch die bukkale Wurzel geteilt, so daß der Prämolar dreiwurzelig ist. Die unteren Prämolaren haben im allgemeinen rundlich gestaltete und einfache Wurzeln, und Teilungen derselben sind äußerst selten.

Die oberen Prämolaren.

Der **erste obere Prämolar** zeigt eine Kaufläche mit kräftig entwickelten Höckern, von denen der bukkale größer und höher ist als der linguale. Am Querschnitt gibt die Krone ein Oval oder Trapezoid; die letztere Form kommt am häufigsten vor. Die einander zugekehrten Flächen der beiden Höcker zeigen oft Mittelleisten und bisweilen Seitenleisten, wodurch jeder Höcker das Aussehen einer typischen Eckzahnkrone erhält. Beide Höcker sind durch gut entwickelte Randleisten miteinander verbunden (Fig. 186).

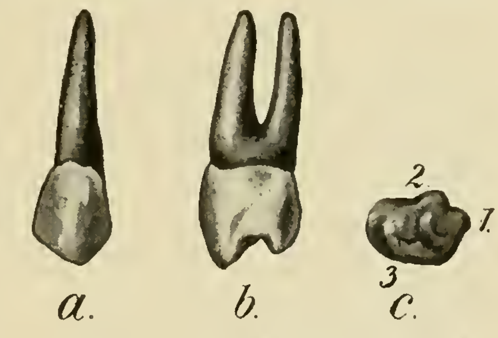


Fig. 186. **Linker 1. Prämolar des Oberkiefers.** a Bukkalseite, b Distalfläche, c Kaufläche. *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal.

Die Bukkalfläche entspricht in ihrem Aussehen der Labialfläche des benachbarten Eckzahnes, unterscheidet sich aber dadurch, daß die Spitze des bukkalen Höckers genau in der Mitte sich befindet und daß die Kaukanten gleich lang sind. Die mesiale Ecke liegt mehr lingualwärts als die distale, wodurch das Krümmungsmerkmal umgekehrt ist.

Die Palatinalfläche ist in der Höhe sowohl wie in der Quere stärker gewölbt als die Bukkalfläche, und da die dazu gehörige Kaufläche gleichfalls eine konvexe Krümmung zeigt, so ist am lingualen Höcker die Kegelform deutlicher ausgesprochen als am bukkalen.

Die Berührungsflächen sind länglich viereckig, insofern der bukko-linguale Durchmesser größer als die Höhe der Krone ist. Die mesiale Fläche ist schwach ausgehöhlt, während die distale mehr gewölbt erscheint.

Die flache Wurzel ist ungeteilt, ihre Berührungsflächen sind breit und zeigen eine vordere und hintere Längsfurche. Diese Furchen deuten auf häufige Spaltungen der Wurzel; selbst bei ungeteilter Wurzel sind immer zwei Kanäle vorhanden. Alle Formen, von der geringfügigsten Spaltung der Wurzelspitze bis zu tief einschneidenden

Spaltungen, sind hier vorhanden. Die Doppelwurzel unterscheidet man als eine bukkale und eine linguale; bei der in sehr seltenen Fällen vorkommenden Dreiteilung zeigt die bukkale Wurzel eine distale und eine mesiale Zacke. Die Stelle dieser Teilung ist oftmals durch eine Längsfurche der Bukkalwurzel markiert. Diese Furche ist aber nicht die einzige, da auch an der lingualen Seite der Bukkalwurzel gewöhnlich eine Rinne auftritt.

Die Pulpahöhle schickt für jeden der beiden Kronenhöcker ein Divertikel aus und spaltet sich fast konstant, auch am einwurzeligen Prämolar, in zwei getrennte Wurzelkanäle, einen bukkalen und einen lingualen.

Der **zweite obere Prämolar** unterscheidet sich nicht wesentlich von seinem Nachbar (Fig. 187); die Krone ist etwas kleiner, mehr symmetrisch, insofern die beiden Höckerspitzen annähernd in gleicher Höhe stehen. Die Bukkalfläche ist etwas kleiner. Die Wurzel ist weniger häufig gespalten und Dreiteilung äußerst selten.

Nach Ch. Tomes kann man aus der Form der Kuppen auf die Länge der Wurzelspaltung schließen. Je länger nämlich die bukkale Spitze ist und je mehr sie sich nach der lingualen Seite hinneigt, um so eher soll, vom Zahnhalse anfangend, die Wurzelspaltung beginnen und umgekehrt.

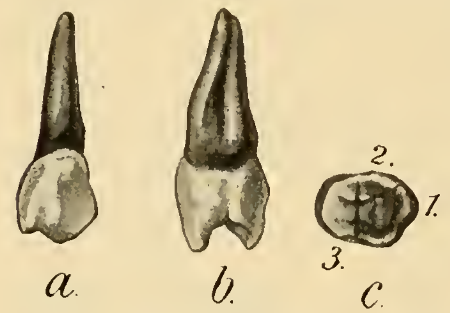


Fig. 187. **Linker 2. Prämolar des Oberkiefers.** a Bukkalseite, b Distalseite, c Kaufläche, *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal.

Die Unterscheidung zwischen rechts- und linksseitigen oberen Prämolaren ist leicht, insofern die bukkale und linguale Seite, sowie auch die Berührungsflächen charakteristische Merkmale zeigen und in anderen Fällen das Wurzelmerkmal genügende Anhaltspunkte bietet. Das Krümmungsmerkmal ist aber weniger verläßlich.

Für das Größenverhältnis der oberen Prämolaren gibt Mühlreiter folgende Spezialmaße an:

Der 1. Prämolar hat eine Totallänge von 16,2—28,2 mm; eine Kronenhöhe von 7,0—10,8; eine Kronenbreite von 6,5—8,0; einen Durchmesser von der bukkalen zur lingualen Fläche von 7,5—10,0 mm.

Der 2. Prämolar zeigt eine Totallänge von 15,7—27,2; eine Kronenhöhe von 6,2—10,2; eine Kronenbreite von 6,0—7,5; einen bukko-lingualen Durchmesser von 8,0—11,0 mm.

Die unteren Prämolaren.

Der **erste untere Prämolar** besitzt, wie die unteren Prämolaren alle, eine mehr runde, auf dem Querschnitt fast kreisförmige Krone (Fig. 188). Der Größenunterschied zwischen den Höckern fällt sofort auf. Während der bukkale Höcker groß und mächtig entwickelt ist und nicht so zugeschärft, wie am oberen 1. Prämolar, ist der linguale viel niedriger und auffallend klein, dabei gerade und stumpf und die ganze Krone nähert sich in ihrer Form deshalb viel mehr dem benachbarten Eckzahne, wie der obere Prämolar seinem vorderen Nachbar. Die Spitzen beider Höcker sind durch eine starke mediane Schmelzleiste sowie eine hintere Nebenleiste untereinander verbunden. Oftmals ist der Lingual-

höcker durch eine schwache Leiste an der Basis des Bukkalhöckers angedeutet; er steht meist durch einen Schmelzgrat mit dem Bukkalhöcker in Verbindung. Dadurch wird die Kaufläche in einer vorderen kleineren, höher liegenden und in einen hinteren größeren, tiefer liegenden Bezirk geteilt.

Die Bukkalfläche ist der Höhe wie der Quere nach gewölbt und das Krümmungsmerkmal verläuft regelrecht. Denkt man sich die Fläche durch eine ihre Mitte durchquerende Linie in zwei Hälften geteilt, so zeigt sich im Vergleich mit anderen Zahnkronen eine überaus starke Neigung der oberen Hälfte gegen die Schneidekante, ein Verhalten, welches die rundliche Form der Kaufläche und die geringere Entfernung der Höckerspitzen voneinander zur Genüge erklärt (Zuckerkandl). Durch die kräftige Biegung der bukkalen Fläche erhält der Zahn als Ganzes eine stark gebogene Profillinie.

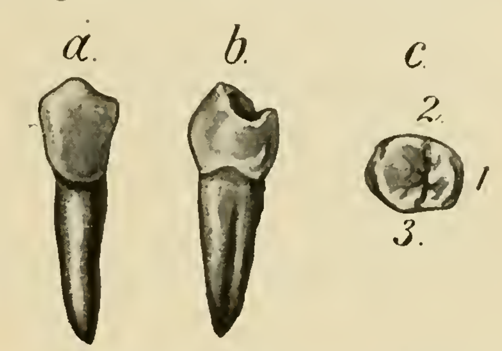


Fig. 188. **Linker 1. Prämolar des Unterkiefers** mit der a Bukkal-, b Distal- und c Kaufläche, *1* lingual, *2* mesial, *3* distal.

Die Lingualfläche ist durchschnittlich um 4 mm niedriger als die Bukkalfläche, was mit der geringen Höhe des lingualen Höckers zusammenhängt. Die Höhenkrümmung ist unscheinbar.

Die Berührungsflächen sind konvex und konvergieren nach dem Zahnhalse zu.

Die Wurzel ist mehr rundlich und in wenigen Fällen gespalten; ebenso selten zeigen sich Längsfurchen.

Die geschilderte Modellierung der Kaufläche des 1. Prämolaren im Unterkiefer ist nicht immer die gleiche und variiert innerhalb eines weiten Spielraumes. Nach Zuckerkandl sind von allen Modifikationen hauptsächlich vier von Bedeutung. 1. Es vertieft sich die seichte Querfurche der Mittelleiste und es tritt ein Furchenkomplex auf wie am 1. oberen Prämolar. 2. Im Gegensatze hierzu fehlt die Einfurchung an der Mittelleiste und der Lingualhöcker markiert sich kaum. 3. Die Querfurche ist tief, rückt nahe an den Lingualhöcker heran und bildet einen nach außen konkaven Bogen, in welchem Falle der Lingualhöcker fast ganz verschwindet. Die Kaufläche wird nun vorn vom Bukkalhöcker und hinten von einer halbmondförmigen Leiste gebildet, die zuweilen einen tiefen medianen Einschnitt führt. 4. Der Furchenkomplex bildet ein asymmetrisches V mit median gelegener Ecke. Der Lingualhöcker ist distal- oder mesialwärts verschoben und die Kaufläche trägt drei größere Erhabenheiten, zwei Höcker und eine lange Seitenleiste, während die anderen infolge der Verschiebung des Lingualhöckers fast erdrückt erscheint. Eine asymmetrische Stellung des Zungenhöckers tritt auch in jenen Fällen auf, in welchen eine der Seitengruben bedeutend tiefer als die andere ist.

Der **zweite untere Prämolar** übertrifft seinen vorderen Nachbar an Größe (Fig. 189). Die Kaufläche hat einen mehr quadratischen Umriß. Die Variationen seiner Krone sind noch häufiger als beim 1. Prämolar. Der bukkale Teil ist stets einhöckerig, während der linguale Teil ein bis zwei, manchmal sogar drei Höcker

zeigt. Wenn nur ein Lingualhöcker vorhanden ist, so ist der 2. Prämolar fast dem 1. Prämolar ähnlich; der Lingualhöcker ist aber nicht so niedrig und schwach ausgebildet, wie bei diesem und nähert sich dadurch auch der Form des oberen 2. Prämolaren. Sind zwei Lingualhöcker da, so ist der vordere meist größer als der hintere. Solche dreihöckerige Prämolaren zählen nicht zu den Seltenheiten.

Die Bukkalfläche entspricht in ihrer Gestalt der des 1. Prämolaren.

Die Lingualfläche ist breiter, höher und oftmals nach der Mundhöhle hinein geneigt.

Die Wurzel ist einfach und rundlich und länger als beim 1. Prämolar; in äußerst seltenen Fällen tritt eine Spaltung derselben auf.

Die Pulpahöhle ist dem Tiefendurchmesser nach mehr als in der Breite ausgedehnt; auch der Wurzelkanal erweitert sich gegen die Pulpakammer hin allmählich. Von den zwei Divertikeln des Pulparaumes ist der linguale verkümmert.

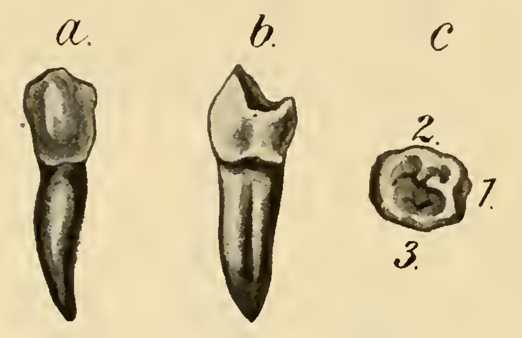


Fig. 189. **Linker 2. Prämolar des Unterkiefers** mit der a Bukkal-, b distal- und c Kaufläche, *1* lingual, *2* mesial, *3* distal.

Zur Unterscheidung des 1. vom 2. unteren Prämolar bietet die Form der Krone bezw. der Kaufläche hinreichende Anhaltspunkte. Für die Bestimmung der Links- und Rechtsseitigkeit gelten die typischen Merkmale.

Bezüglich der Größenverhältnisse unterscheiden sich die unteren Prämolaren von den oberen nach folgender Tabelle:

Der 1. Prämolar hat eine Totallänge von 18,5—27,0; eine Kronenhöhe von 7,5—11,0: eine Kronenbreite von 6,0—8,0; einen bukko-lingualen Durchmesser von 7,0—8,5 mm.

Der 2. Prämolar hat eine Totallänge von 17,8—28,0; eine Kronenhöhe von 6,9—10,0; eine Kronenbreite von 6,2—8,8; einen bukko-lingualen Durchmesser von 7,0—9,5 mm.

Die Molaren.

Die großen Backzähne, die Mahlzähne, auch Multikuspidaten genannt, sind die größten und am meisten voluminösen Zähne des ganzen Gebisses und sind durch mehrere Kronenhöcker und Wurzeln, sowie durch die weite Ausdehnung ihrer Kauflächen ausgezeichnet. Der 1. Molar ist immer der größte, der dritte — Weisheitszahn — meist der kleinste. Die Kaufläche ist mehr rhombisch gestaltet und zeigt abgerundete Kanten. Vier oder fünf Höcker sind durch gekreuzte Furchen voneinander geschieden. Bei den oberen Molaren bilden die Furchen ein H, bei den unteren ein Kreuz. Im Oberkiefer sind die bukkalen Höcker höher als die lingualen; bei den unteren Molaren findet das gegenteilige Verhältnis statt. Am oberen Weisheitszahn sind die Höcker meist verschmolzen. Häufig erreicht die niedrige Krone des 3. Molaren nicht die Artikulation analog des oberen lateralen Incisivus; infolge der nämlichen Reduktionserscheinungen. Die Berührungsflächen der Kronen konvergieren, während Lingual- und Bukkalfläche gegen den Zahnhals divergieren.

Für die genauere Kenntnis der Höcker, Schmelzleisten, Schmelzkanten und Furchen ist in der Fig. 23 die Kaufläche eines 1. Molaren beider Kiefer in vergrößertem Maßstabe abgebildet. Die Wurzeln der Molaren sind mehrfach. Die Größenverhältnisse des 1. oberen Molaren betragen nach MÜHLREITER für die Totallänge 17,5—29,0; für die Kronenhöhe 6,8—9,0; für die Kronenbreite 7,8—11,2; für den bukko-lingualen Durchmesser 10,4—13,0 mm Die Größenangaben für den 2. Molar entsprechen denen des ersten. Für den Weisheitszahn, der so bedeutenden Schwankungen in Form und Größe unterworfen ist, wurde eine diesbezügliche Maßangabe unterlassen.

Für den 1. Molar des Unterkiefers stellen sich die Größenverhältnisse folgendermaßen:

Die Totallänge beträgt 18,3—26,0; die Kronenlänge 7,0—9,0; die Kronenbreite 10,0—12,2; der bukko-linguale Durchmesser 9,0 bis 11,0 mm.

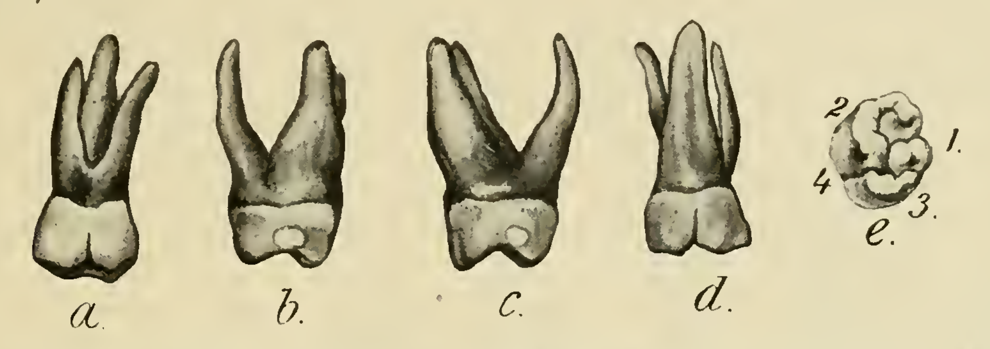


Fig. 190. **Linker 1. Molar des Oberkiefers** mit *a* der Bukkal-, *b* Mesial-, *c* Distal- und (*d*) Palatinalseite. Bei der *e* Kaufläche ist *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal, *4* palatinal. Bei *b* und *c* ist die Reibungsfacette sichtbar.

Der **obere 1. Molar** (Fig. 190, vgl. auch Fig. 14) zeigt eine schief rhombische Kaufläche mit zwei Bukkal- und zwei Lingualhöckern, welche durch zwei Längsfurchen und eine Querfurche voneinander getrennt sind, der Furchenkomplex läßt sich annäherungsweise mit der Form eines schräg verzogenen H vergleichen, dessen beide Längsschenkel aber nicht parallel stehen, sondern schiefbogenförmig divergieren. Diese H-Figur ist nach hinten und bukkalwärts verschoben, so daß der vordere (mesiale) Lingualhöcker der größte, der hintere, distale Lingualhöcker der kleinste ist, während die beiden Bukkalhöcker fast gleich groß sind. Diese regelmäßige Modellierung der Kaufläche kommt nicht zu häufig vor, wohl aber zwei Modifikationen dieser Normalformen. Bei der einen derselben ist die Querfurche der H-Figur verschwunden und eine Schmelzleiste verbindet den vorderen Lingualhöcker mit dem hinteren Bukkalhöcker. Bei der anderen Hauptform tritt ein keines Höckerchen auf, das Tuberculum anomale CARABELLI, welches an der Lingualfläche des vorderen Lingualhöckers sitzt und mit seiner Spitze die Kaufläche nicht erreicht. Daß dieses Tuberculum auch bei Affen vorkommt, hat M. DE TERRA bei seinen eingehenden Untersuchungen an Affenschädeln nicht konstatieren können.

Die Palatinalfläche ist ziemlich gewölbt und wegen der größeren Länge des hier einschneidenden Ausläufers der Kaufurche deutlich gelappt. Sie erhält die Fortsetzung der hinteren Längsfurche und eventuell als fünften Kronenhöcker das Tuberculum anomale.

Die Bukkalfläche ist der Höhe und der Breite nach mäßig gewölbt und größer als die Lingualfläche; sie stößt mit der vorderen Berührungsfläche unter Bildung einer scharfen Kante zusammen, mit der hinteren Berührungsfläche durch eine stumpfe Kante.

Von den Berührungsflächen ist die distale die kleinere und schmälere zufolge der Abschrägung der Bukkalfläche und auch stärker gewölbt als die mesiale. Beide Seitenflächen konvergieren gegen den Zahnhals hin, im Gegensatz zu den freien Flächen, welche in derselben Richtung divergieren.

Die Pulpahöhle, die im Halsteile des Zahnes liegt, ist geräumig. Gegen die Kaufläche verlängert sie sich in ebensoviele Divertikel, als Kronenhöcker vorhanden sind, und von den vier Zipfeln sind die zwei bukkalen länger als die zwei palatinalen.

Der 1. obere Molar hat dem Typus entsprechend drei Wurzeln, zwei Bukkal- und eine Palatinalwurzel. Die Bukkalwurzeln sind von vorn nach hinten abgeplattet und zeigen je eine Längsfurche an den einander zugekehrten Flächen. Die Palatinalwurzel ist deutlich rundlich und fast konstant an der palatinalen Seite der Länge nach gefurcht. Die vordere Bukkalwurzel ist kurz und breiter als die hintere. Die drei Wurzeln divergieren vom Zahnhals aus. Die Divergenz ist so bedeutend, daß der Raum, welchen die Wurzelspitzen umgrenzen, bedeutend größer ist, als der Umfang des Wurzelhalses. Die Spitze der Bukkalwurzeln sind nach hinten, die der Palatinalwurzel bukkalwärts abgebogen.

Die Wurzeln variieren der Form und Zahl nach. Jede der Bukkalwurzeln kann mit der palatinalen Wurzel zu einer Platte verschmolzen sein (Zuckerkandl). In seltenen Fällen sind mehr als drei Wurzeln vorhanden. Die Wurzeln sind bald sehr lang und stark divergent, bald wieder klein und nahe zusammenstehend. Auch hakenartige Verbiegungen kommen vor.

Der **obere 2. Molar** ist kleiner als der erste (Fig. 191), die rautenförmige Gestalt seiner Krone ist stärker ausgeprägt und kommt nach Zuckerkandl in vier Hauptformen vor, von denen die erste derselben als die ursprüngliche typische Form anzusehen ist und bei welcher die Krone derjenigen des 1. Molaren gleicht. Eine Ausnahme macht nur der vordere Palatinalhöcker, an welchem das Tuberculum anomale nicht entwickelt ist. Bei der zweiten Form ist der vielhöckerige Typus der Krone im allgemeinen noch gewahrt, aber die letztere ist mehr verzogen als bei der ersten Form. Sie erscheint im mesio-distalen Durchmesser verlängert, im bukko-lingualen verkürzt. Diese Zahnform entsteht durch Rückbildung einzelner Höcker. Bei der dritten Form besteht die Krone aus dem vorderen Bukkalhöcker, dem hinteren Palatinalhöcker und einem mittleren Höcker, der den Rest der verkümmerten vorderen Palatinal- und der hinteren Bukkalwurzel samt der schrägen Schmelzleiste reprä-

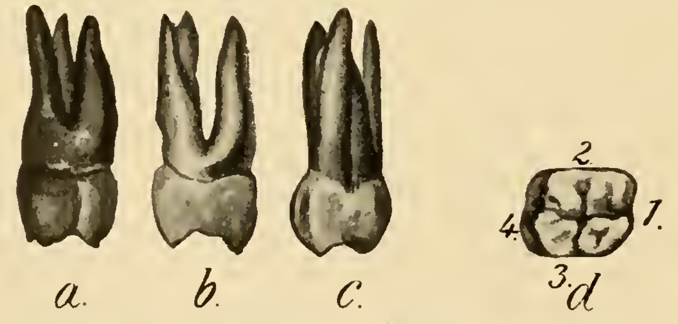


Fig. 191. **Linker 2. Molar des Oberkiefers** mit *a* der Bukkal-, *b* Distal- und *c* Palatinalfläche. Bei der *d* Kaufläche ist *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal, *4* palatinal.

sentiert. Die Kaufläche besitzt somit drei in einer Reihe liegende Höcker, die durch kurze Furchen voneinander getrennt sind, wodurch die ganze Krone wie zusammengedrückt erscheint. Die schmale Zahnkrone kann aber auch durch eine mesio-distal verlaufende S-förmige Kaufurche in einen bukkalen und einen palatinalen Längswulst gegliedert werden. Die vierte Form besteht aus bizarren, seitlich komprimierten Mustern, welche aus den drei ersten Formen leicht abgeleitet werden können.

Die Bukkalfläche, Palatinalfläche, Kaufläche, sowie die bukkalen Höcker verhalten sich gerade, wie beim 1. Molar, nur der unpaare palatinale Höcker erscheint etwas größer und der kleine hintere Gaumenhöcker fehlt. Als seltene Varietät der beiden ersten Molaren ist das Auftreten eines Nebenhöckers am mesiobukkalen Höcker zu betrachten. Die Palatinalwurzel ist schmäler und selten mit Längsfurchen versehen; die drei Wurzeln können zu zwei Körpern oder auch zu einem kegel- oder pyramidenförmigen oder prismatischen Gebilde verwachsen sein.

Der **obere 3. Molar**, der Weisheitszahn, meist der kleinste von allen, zeigt bei guter und normaler Entwicklung die Form seiner beiden Nachbarn (Fig. 192). In anderen Fällen wechselt er, wie schon früher erwähnt wurde, Gestalt und Umfang. Von der Form eines kleinen Stiftes kann dieser Zahn bis zu einer Größe ausgebildet sein, welche die des 1. Molaren übertrifft. In 18 bis 19% fehlt er ganz. Die Krone besitzt meist (71,4%) drei Höcker, während vier Höcker in 10% vorhanden sind.

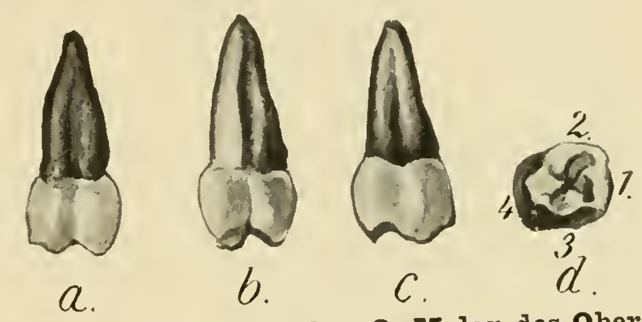


Fig. 192. **Linker 3. Molar des Oberkiefers** mit der *a* Bukkal-, *b* Distal- und *c* Palatinalfläche. Bei der *d* Kaufläche ist *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal, *4* palatinal.

Die Wurzel ist bald drei-, bald zweispaltig, es können aber auch bis fünf Wurzeln vorhanden sein. Nach Owen soll bei den Negern der Größenunterschied zwischen dem Weisheitszahn und den beiden anderen Molaren nicht so bedeutend sein, wie bei der kaukasischen Rasse, und die oberen Molaren sollen viel regelmäßiger drei Wurzeln besitzen. Zuckerkandl bemerkt hierzu, daß es nicht ganz richtig ist, diese These als Regel ohne Ausnahme aufzustellen, und daß überhaupt der 3. obere Molar in typischer Form bei den tiefer stehenden Rassen erhalten ist. Allerdings stellen sich bei den Europäern die Verhältnisse namentlich für den 2. Molar viel ungünstiger als bei unkultivierten Rassen, wie aus der nachstehenden Tabelle ersichtlich ist.

		Kaukasier	Außereuropäische Völker (meist Negern und Malaien)
1. Molar	4 Höcker	100 Proz.	100 Proz.
2. „	4 „	45,6 „	73,5 „
2. „	3 „	54,4 „	17,5 „
3. „	4 „	10,2 „	29,5 „
3. „	3 „	71,4 „	62,3 „

Die unteren Molaren.

Diese Zähne sind einander sehr ähnlich; sie sind größer und kräftiger gebaut als die oberen und die Krone ist würfelförmig mit viereckiger Kaufläche und vier bis fünf Höckern: zwei lingualen und zwei bis drei bukkalen. Die zwischen den Höckern befindlichen Furchen bilden ein regelmäßiges Kreuz, dessen längerer von vorn nach hinten verlaufender Schenkel etwas in lingualer Richtung verschoben ist, während der kürzere bukko-linguale Schenkel nach hinten sich erstreckt. Demzufolge sind die beiden vorderen Höcker als die hinteren anzusehen. Durch die bukko-linguale Furche, welche sich auf die linguale und bukkale Fläche fortsetzt, werden die Kaukanten eingekerbt. Niemals sind die Bukkalhöcker durch eine Schmelzleiste mit den Lingualhöckern verbunden.

Die Bukkalfläche ist der Länge wie der Quere nach stark gewölbt und die Krümmung vom Zahnhals gegen die Bukkalhöcker wird in der Nähe der Kaukante so stark, daß die Bukkalfläche als Ganzes eine lingualwärts gerichtete Neigung erhält. Das Krümmungsmerkmal ist deutlich ausgeprägt.

Die Lingualfläche steht parallel zur Bukkalfläche und ist etwas niedriger als diese.

Die Berührungsflächen verlaufen gegen den Zahnhals konvergent, die mesiale ist breit und flach, die distale mehr schmal und gewölbt. Aus diesem Verhalten der Berührungsflächen kann man ebenso die Rechts- und Linksseitigkeit der unteren Molaren erkennen.

Die Pulpahöhle befindet sich, analog den oberen Molaren, vorwiegend im Halsteile des Zahnes, und stellt die Zahnkrone in verkleinertem Maßstabe dar; sie kann aber auch die Form eines körperlichen Dreieckes annehmen und setzt meist vier bis fünf Divertikel an. Die mesiale Wurzel ist die breitere und besitzt in der Regel zwei randständige Wurzelkanäle, deren Zwischenwand der Einfurchung entspricht; die distale Wurzel hat nur einen Kanal; bei vier Wurzelkanälen sind zwei in jeder Wurzel vorhanden. Die Zahl der Wurzelkanäle schwankt überhaupt zwischen zwei bis vier. Chauvin hat von 101 Fällen folgende Tabelle aufgestellt:

Aufgestellt:	1. Molar	2. Molar	3. Molar
Mit 4 Kanälen	23	1	0
„ 3 „	38	28	5
„ 2 „	0	2	4
	61	31	9

Von den zwei Wurzeln ist die mesiale breiter und länger und besitzt auf ihrer hinteren Fläche eine Längsfurche.

Für die Rechts- und Linksseitigkeit der unteren Molaren ist das Wurzelmerkmal äußerst scharf ausgeprägt; ebenso gilt auch das vorhin erwähnte Verhalten der beiden Berührungsflächen.

Der **1. untere Molar** (Fig. 193, vgl. auch Fig. 14) ist der größte von allen. Er besitzt in 95,4 Proz. fünf Höcker und zwar drei bukkale und zwei linguale. Die vierhöckerige Form kommt nur in 4,6 Proz. vor. Bei letzterer Form zeigt die Krone eine würfelförmige Gestalt. Die fünfhöckerige Krone weitet sich an dem äußeren Kronenbogen in mesio-distaler Richtung aus und wird kreisförmig. Während

die meisten Autoren: Gegenbaur, Hyrtl, Sappey, Krause, Hoffmann, Aeby u. a. annehmen, daß der 1. untere Molar stets fünf Kronenhöcker besitze, erklärt Berres die vierhöckerige Form für die Molaren beider Kiefer als die typische.

Der **2. untere Molar** (Fig. 194) ist gewöhnlich kleiner als der erste, er kann aber auch in ganz seltenen Fällen größer sein. Er ist in 83,4 Proz. vierhöckerig, in 16,6 Proz. fünfhöckerig. Von den meisten Autoren wird die Vierzahl der Höcker angenommen: Berres, Krause, Sappey, Langer, Aeby u. a., während Hyrtl und Hoffmann fünf Höcker ansprechen.

Die Wurzeln reichen bis dicht zum Mandibularkanal heran und können zu einem Kegel verwachsen sein.

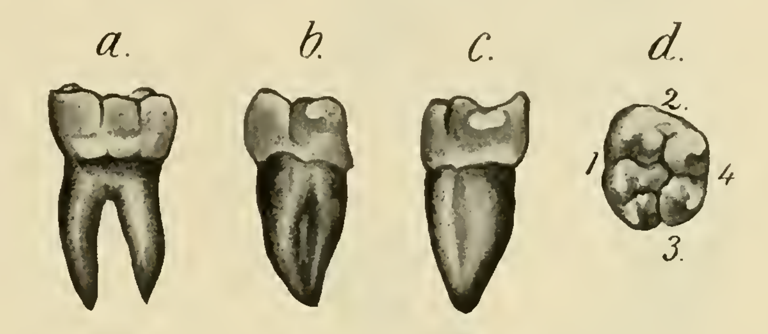


Fig. 193. **Linker 1. Molar des Unterkiefers** mit der *a* Bukkal-, *b* Mesial-, *c* Distalseite. Bei der *d* Kaufläche ist *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal, *4* lingual. Die Reibungsfacette ist bei b und c sichtbar.

Der **3. untere Molar** (Fig. 195), in der Regel der kleinste, kann aber auch zum größten werden; er zeigt manche Varianten, doch ist er meist nicht so verkümmert wie der obere. Er besitzt vier bis sieben Höcker in 5 Proz., fünf in 43 Proz., ein bis drei Höcker in 3 Proz.

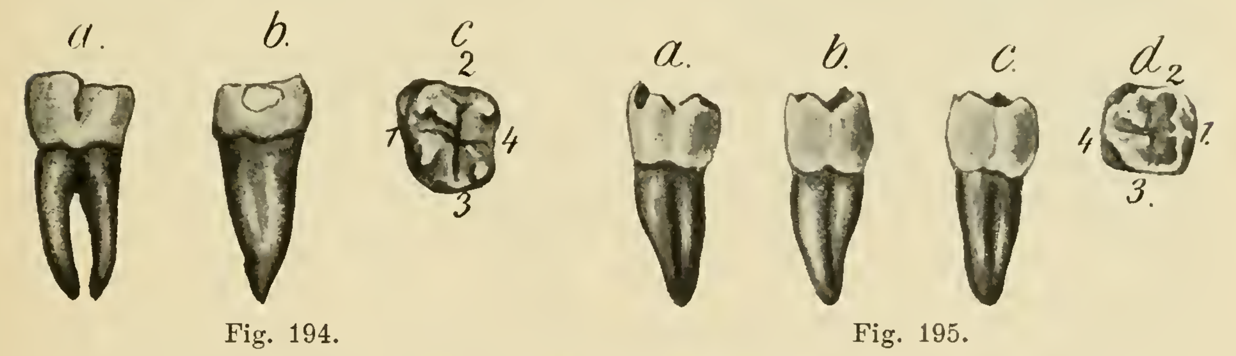


Fig. 194. Fig. 195.

Fig. 194. **Linker 2. Molar des Unterkiefers** mit der *a* Bukkal-, *b* Distal-, *c* Kaufläche. Bei letzterer ist *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal und *4* lingual.

Fig. 195. **Linker 3. Molar des Unterkiefers** mit der *a* Bukkal-, *b* Distal-, *c* Lingual- und *d* Kaufläche. Bei letzterer ist *1* bukkal, *2* mesial, *3* distal, *4* lingual.

Tomes, Hyrtl, Hoffmann, Sappey und Aeby nehmen vier bis fünf Höcker an, während Berres, Krause, Gegenbaur nur vier als typisch erklären. Carabelli, dessen Resultate mit denen von Zuckerkandl übereinstimmen, erklärt, daß die Krone der Weisheitszähne bald vier, bald fünf, ja sechs oder sieben Höcker besitzen kann. Die Ueberzahl an Höckern ist häufiger als die Unterzahl.

Die Wurzeln des unteren Weisheitszahnes sind häufig verkürzt und zu einem Kegel verschmolzen, in welchem manchmal nur ein Wurzelkanal vorhanden ist. Die Kegelwurzel ist meist scharf hakig nach hinten gebogen.

Das Milchgebiß.

Die Milch- oder Wechselzähne, die Zähne der ersten Dentition, sind in ihrer Form sehr beständig, sie repräsentieren teilweise die Zahnsorten des permanenten Gebisses im verkleinerten Maßstabe, bis auf die Formen der Prämolaren und Molaren, für welche das Kind eigen geformte Backzähne, die sogenannten Milchmolaren, besitzt (Fig. 196).

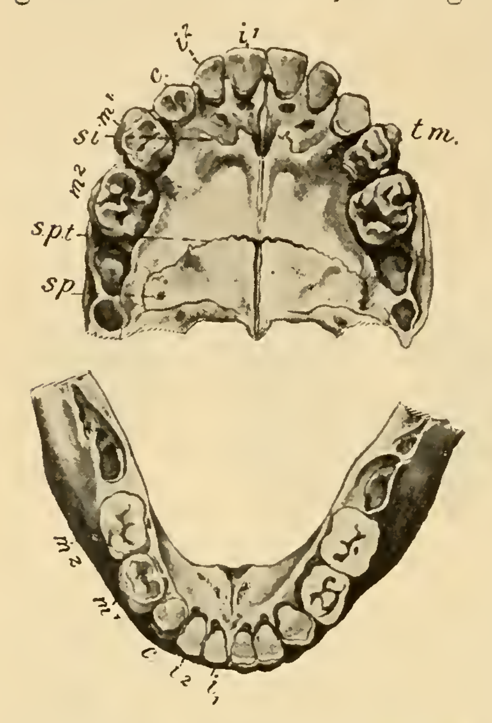


Fig. 196. **Ein vollständiges Milchgebiß.** Hinter der Zahnreihe sind in beiden Kiefern rechts und links die Stellen des 1. und 2. permanenten Molaren sichtbar. *s.i* Sutura incisiva, *s.p* Sulcus palatinus, *t.m* Tuberculum articulare, *s.p.t* Sutura palatina transversa, *i* die Schneidezähne, *c* die Eckzähne, *m* die Milchmolaren.

Die Milchzähne sind kleiner, zarter und auch schwächer in ihrer Struktur als die anderen Zähne. Sie zeigen nicht die gelbliche Farbe der letzteren, sondern das typische milchweiße, bläuliche Kolorit und nehmen im Kiefer eine mehr senkrechte Stellung ein, wodurch die Keime der Ersatzzähne den nötigen Raum im Kiefer erhalten. Das Krümmungsmerkmal ist an allen Kronen deutlich ausgesprochen, während das Wurzelmerkmal nur an einzelnen Zahnsorten zutage tritt. Charakteristisch für die Milchzähne ist die kräftige Entwicklung der Schmelzränder, wodurch sich der Hals schärfer gegen die Krone absetzt, als dies bei den permanenten Zähnen der Fall ist. Die Wurzeln der Schneide- und Eckzähne sind fast drehrund und es fehlen die Höcker an der Schneidekante der Incisivi.

An der Labialfläche der Schneidezähne tritt der Schmelzrand weniger hervor. Diese Bildung ist ganz identisch mit dem Schmelzring vieler Tierzähne (Basalrand), durch welchen der eingeschnürte Wurzelhals besonders deutlich markiert wird.

Die Milchschneidezähne.

Die Schneidezähne des Oberkiefers sind im allgemeinen den permanenten Formen ähnlich (Fig. 197)

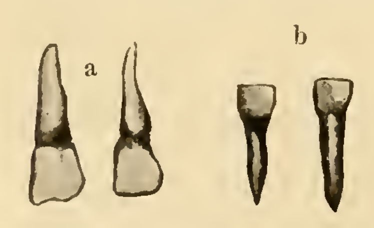


Fig. 197. **Die** a **oberen und** b **unteren Milchschneidezähne der linken Kieferhälfte.**

Die Labialfläche ist glatt, stark gewölbt, der distale Schneidewinkel bei gut ausgebildeten Zähnen stark abgerundet.

Die Palatinalfläche ist konkav, das Tuberculum dentale kräftig entwickelt, ohne weitere Höcker- und Furchenbildungen, und geht in eine ganz kurze, schwach ausgeprägte Mittelleiste über.

Die unteren Schneidezähne sind ebenso wie die permanenten geformt. Zacken an der Schneidekante, analog den frisch durchgebrochenen permanenten Incisivi, zeigen sich nur an den zentralen Schneidezähnen des Unterkiefers.

Die **Wurzel** des oberen lateralen Incisivus ist drehrund, während diejenige des zentralen Zahnes seitlich (labio-palatinal) komprimiert ist und außen eine Längsrinne zeigt. Bei den unteren Schneidezähnen sind die Wurzeln rundlich und an den Spitzen labialwärts abgebogen. Das Wurzelmerkmal ist nur an den oberen Schneidezähnen sichtbar.

Die oberen zentralen Incisivi haben eine Kronenbreite von 6,0 bis 7,5; eine Kronenlänge von 6—7,3 und eine Totallänge von 17 bis 19 mm; die lateralen haben eine Kronenbreite von 4,2—6,6; eine Länge von 5,5—6,8; die Totallänge von 14,5—17 mm. Für die unteren stellen sich die Maße für die Kronenbreite beim zentralen Schneidezahn 3,6—5,5; beim lateralen 3,8—5,9; die Kronenlänge 5—6,6 bezw. 5,6—7; die Gesamtlänge 15—19 mm.

Die Milcheckzähne.

Die verhältnismäßig kräftig entwickelte **Krone** ist namentlich bei dem oberen Eckzahn breit und übertrifft die des zentralen Schneidezahnes oft um 0,2—0,5 mm. Von den beiden Hälften der Schneidekante, die gegen die Höckerspitze hin konvergieren, ist der mesiale Teil mehr gerade und bildet mit der Achse des Zahnes einen spitzeren Winkel als der distale mehr abgerundete Teil. Der untere schmälere Eckzahn ist weniger kräftig entwickelt (Fig. 198).

Die **Palatinalfläche** ist konvex und zeigt zwei seitliche Grübchen, zwischen denen eine abgerundete Medianleiste hervortritt. Das Tuberculum ist oft mit zwei sehr zarten Sprossen besetzt.

Die **Labialfläche** ist viel deutlicher durch die kantige Mittelleiste in zwei Felder geteilt, von welchen das distale im Sinne des Krümmungsmerkmales sehr deutlich nach rückwärts und innen abfällt. Beim unteren Eckzahn ist die Labialfläche ebenso prismatisch gestaltet, nur schmäler.

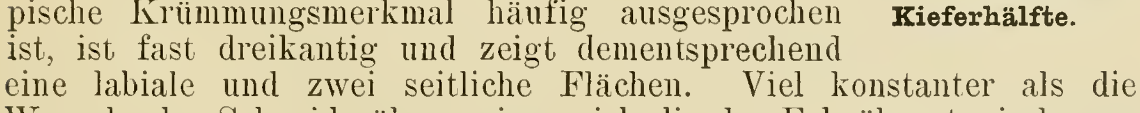


Fig. 198. Der a obere und b untere Milcheckzahn der linken Kieferhälfte.

Die **Wurzel** der Eckzähne, an der das typische Krümmungsmerkmal häufig ausgesprochen ist, ist fast dreikantig und zeigt dementsprechend eine labiale und zwei seitliche Flächen. Viel konstanter als die Wurzeln der Schneidezähne neigen sich die der Eckzähne typisch zum hinteren Nachbar.

Die **Pulpahöhle** und der **Wurzelkanal** verhalten sich der Form nach ähnlich wie bei den permanenten Zähnen, nur ist die Pulpakammer viel geräumiger und deshalb auch von dünneren Wänden umschlossen. Bei den einwurzeligen vorderen Zähnen geht die Pulpahöhle in den Wurzelkanal ohne merkliche Grenze ineinander über.

Für die Größe der Eckzähne gibt Mühlreiter folgende Grenzwerte an: Kronenbreite des oberen 6,2—8, des unteren 5,2—7 mm; Kronenlänge 6,5—7,8 bezw. 6,5—8,1 mm; Totallänge für beide 17,5 bis 22 mm.

Die Milchmolaren.

Die beiden Milchmolaren sind sowohl im Ober- als auch im Unterkiefer verschieden voneinander gestaltet und stimmen nur darin überein, daß sie typisch im Oberkiefer drei Wurzeln haben, während die unteren Molaren zweiwurzelig sind (Fig. 199).

Der **obere 1. Milchmolar** hat eine länglich-vierseitige Krone. Die Kaufläche ist durch eine mesio-distal verlaufende Furche in zwei längliche gratartige Höcker geteilt, einen größeren bukkalen und einen kleineren lingualen. Beide Höcker sind durch eine vordere und eine hintere Leiste miteinander verbunden. Der Bukkalhöcker besitzt drei akzessorische Höckerchen und auf dem vorderen Teil seiner Wangenfläche einen halbkugeligen Vorsprung, den ZUCKERKANDL als *Tuberculum molare* bezeichnet, welches auch am unteren 1. Molar vorkommt und das charakteristische Merkmal des 1. Milchmolaren ist. CARABELLI und SÖMMERING haben diesen Höcker schon früher beschrieben und AEBY nennt denselben „Seitenhöcker". MÜHLREITER und BAUME erwähnen denselben ebenfalls.

Nach MÜHLREITER kommt der obere 1. Molar in zwei Variationen vor, welche durch Uebergänge miteinander verbunden sind. Je nachdem man die eine oder andere Variationsform vor sich hat, wird man zwischen diesem Milchmolar und dem nachfolgenden permanenten Prämolar in der Form der Kaufläche eine große Aehnlichkeit herausfinden oder nicht. Bei jeder Kronenform aber behält der 1. Milchmolar zwei Eigentümlichkeiten, die ihn als typisch charakterisieren. Das ist in erster Linie ein höckerartiger Vorsprung, welchen der Schmelzring der Kronenbasis an dem vordersten Teil der Bukkalfläche bildet: das erwähnte Tuberculum molare. Die zweite charakteristische Eigentümlichkeit liegt in dem Vorhandensein von drei Wurzeln, welche in bezug auf Stellung und Bau denjenigen eines permanenten Molaren ganz analog sind; nur ragt die mesiale Bukkalwurzel an ihrer Ursprungsstelle viel mehr bukkalwärts nach außen vor als die distale, und alle drei Wurzeln divergieren derart, daß die Krone des nachfolgenden Prämolaren Raum zu ihrer Entwicklung erhält.

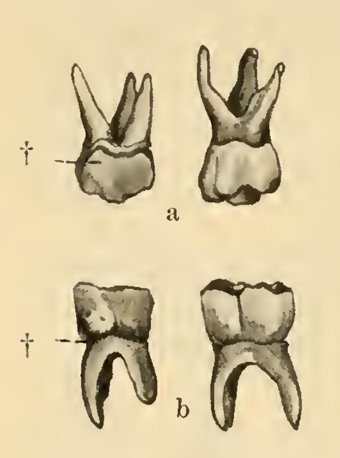


Fig. 199. **Die a oberen und b unteren Milchmolaren der linken Kieferhälfte.** Die 1. Molaren zeigen das Tuberculum molare (†).

Der **obere 2. Milchmolar** hat die gleiche Kronenform des ersten permanenten Molaren, sogar das Tuberculum anomale ist als fünfter Höcker vorhanden. Nach ZUCKERKANDL kommt dieser Höcker in mehr als 90 Proz. der Fälle zur Entwicklung, während das Tuberculum am ersten oberen permanenten Molaren nur in 26 Proz. der Fälle angetroffen wurde.

Das Verhalten der drei Wurzeln entspricht dem 1. Milchmolar, nur ist der Abstand der einzelnen Wurzeln größer und übertrifft sogar die Wurzeldivergenz eines permanenten Molaren. Aus diesem Grunde ist das Wurzelmerkmal der oberen Milchmolaren nur schwach erkennbar.

Die Kronenbreite der beiden oberen Milchmolaren variiert zwischen 6,6 und 7,8 mm; die Kronenlänge von 5,8—6,5 mm; die Gesamtlänge 14—17 mm.

Der **untere 1. Milchmolar** hat eine sehr langgestreckte vierseitige Krone. Auch hier besitzt die Kaufläche eine mesio-distal verlaufende Rinne, die aber vier oder fünf spitzige, durch tiefe Einschnitte voneinander getrennte Hügelchen zeigt. Die zwei bukkalen stellen das größere Paar vor und sind durch eine kurze Schmelzleiste

brückenartig verbunden. Auf dem vorderen Teil der Bukkalfläche erhebt sich das Tuberculum molare.

Die zwei Wurzeln verhalten sich analog den permanenten unteren Molaren, nur divergieren sie stärker und umgreifen die sich bildende Krone des permanenten Prämolaren.

Der **untere 2. Milchmolar** entspricht in seiner fünfhöckerigen Krone der Form des 1. unteren permanenten Molaren. Von den Höckern sitzen drei an der bukkalen Seite, zwei an der lingualen. Das Wurzelverhältnis ist das gleiche wie bei dem 1. unteren Milchmolar.

Die Kronenbreite dieser Zähne schwankt zwischen 7,5—8,5 mm; die Kronenlänge von 6,6—7 mm; die Gesamtlänge wie bei den oberen Milchmolaren von 14—17 mm.

In vergleichend-anatomischer Beziehung soll darauf hingewiesen werden, daß der 1. Milchmolar (in beiden Kiefern) des Menschen, wie schon Baume hervorhebt, dem 1. Prämolar des Schimpansen ganz ähnlich geformt ist. Die Aehnlichkeit ist hauptsächlich durch das Vorhandensein des Tuberculum molare begründet. Es zeigt demnach der 1. Milchmolar des menschlichen Gebisses Einzelheiten, welche nicht im permanenten Gebisse des Menschen, wohl aber in der permanenten Bezahnung der Anthropoiden eine Analogie finden, und der menschliche 1. Molar gleicht mehr dem 1. permanenten Prämolar des Schimpansen als seinem eigenen Nachfolger.

Pulpahöhle und Wurzelkanäle der Milchzähne verhalten sich der Form nach ganz ähnlich wie bei den permanenten Zähnen, nur sind sie, wie schon erwähnt, viel geräumiger. Eine gegen die Kanäle hin scharf begrenzte Pulpakammer ist nur in den Molaren vorhanden, während bei den übrigen Zähnen der Raum im Laufe von der Wurzelspitze gegen die Krone sich allmählich erweitert.

Die vorherrschend kleinen Formen im Milchgebisse stehen im Einklange mit den Dimensionen der Kiefer und repräsentieren ein Prinzip, welches schon bei niederen Vertebraten zur Geltung kommt. Junge Tiere haben Zähne, welche der Größe ihres Körpers entsprechen. Hier zeigen die Zähne jedoch permanentes Wachstum mit beständigem Zahnwechsel, indem immer größere Zähne nachdrängen, bis das Tier seine volle Größe erlangt hat (Baume). Die Milchzähne des Menschen entsprechen dem Entwicklungsgrade des Organismus in der betreffenden Periode und verschwinden, um durch andere Formen ersetzt zu werden, die größere Wachstumsintensität zeigen. Sie fallen aus, weil sie abgenutzt sind und ihnen die Eigenschaft, proportional mitzuwachsen, fehlt.

Das Gebiß als Ganzes.

Charakteristisch für das menschliche Gebiß, wodurch letzteres sich von allen anderen Vertebraten und selbst den Anthropoiden abhebt, sind außer den unterschiedlichen Kennzeichen betreffs der Form, Größe und Zahl der Zähne die ausnahmslos geschlossenen Zahnreihen. Die Zähne stehen in lückenlosen Reihen, während bei den Säugern und allen anderen Vertebraten größtenteils Lücken zwischen den einzelnen Zahngruppen vorhanden sind. Beim Menschen ist das Diastema in der Zahnreihe anomal, worüber schon in früheren Kapiteln gesprochen wurde.

Die Größe der Zahnkronen nimmt im Unterkiefer bis zum 1. Molar zu und von hier bis zu dem Weisheitszahn jederseits wieder ab. Ausnahme hiervon bilden der laterale Schneidezahn und bisweilen der obere Weisheitszahn. Im Oberkiefer fallen die lateralen Incisivi, ebenso die 2. Prämolaren auf, welche durch ihre Kleinheit die allmähliche Größenzunahme der Zähne stören. Die Größenzunahme hat den Vorteil, daß die den Kaumuskeln näher gelegenen Zähne auch die stärkeren sind (Zuckerkandl).

Die Höhe der Zahnkronen verhält sich in dieser Beziehung umgekehrt und nimmt von vorn nach hinten — mit Ausnahme der Eckzähne — immer mehr ab. Trotz dieser Höhenabnahme liegen die Kauflächen immerhin in der gleichen Ebene, weil der Alveolarfortsatz durch entsprechende Senkung die Differenz kompensiert. Bei der oberen Zahnreihe ist die Kauflächenebene leicht konvex, zeigt bis zum 1. Molaren eine Senkung und von da bis zum Weisheitszahne ein allmähliches Aufsteigen. Die untere Reihe ist adäquat dem Zusammenbisse der Backzähne entsprechend leicht konkav gewölbt.

Die Krümmung beider Zahnreihen ist verschieden. Während der obere Bogen eine halbe Ellipse bildet, stellt der untere die Form einer Parabel dar. Diese Verschiedenheiten in der Krümmung werden durch die Richtung der Zähne etwas ausgeglichen, insofern, als die oberen Zähne schräg-labial- bezw. bukkalwärts nach außen gerichtet sind, während die Kronen der unteren Zähne lingualwärts eingebogen sind.

Die Zähne der zivilisierten Völker stehen ziemlich senkrecht im Kiefer. Die unteren Schneidezähne sind in der Regel dicht aneinander gereiht und nicht selten paarweise übereinander gelagert. Die Eckzähne, besonders die oberen, wenn dieselben noch dazu stark entwickelt sind, springen oftmals mit ihren Labialseiten aus der Zahnreihe hervor.

Im engen Zusammenhange mit der Zahnstellung in einem nicht kreisförmigen Bogen steht die Bildung des für die Gestalt der Krone so charakteristischen Krümmungsmerkmals. Die Ursache jenes Zeichens der Einseitigkeit, das als Krümmungsmerkmal jedem Zahne zu eigen ist, liegt nach Mühlreiter darin, daß die Resultierende der Berührungsflächen nicht senkrecht auf der äußeren Bogenfläche einer Zahnkrone steht, sondern — mit alleiniger Ausnahme der Prämolaren, welche sich umgekehrt verhalten — bei einem rechten Zahne eine Richtung einschlägt, welche von der Senkrechten nach rechts, bei einem linken Zahne nach links abweicht.

Bei den niederen Rassen nimmt die Kurve mehr eine viereckige, oblonge Form an, infolge der starken vorspringenden Eckzähne. Bei höher stehenden Rassen jedoch verändert sich die Krone zusehends, mehr nach der entgegengesetzten Richtung, wodurch der sogenannte V-förmige Kiefer entsteht.

Alle Zahnkronen nehmen in ihrem mesio-distalen Durchmesser gegen den Zahnhals hin ab, deshalb sind die Schneide- und Kauflächen der Kronen mit ihren Rändern in Kontakt, während gegen das Zahnfleisch zu die interstitiellen Lücken entstehen.

Es mag hier auch noch der interstitiären Reibungsflächen der Zahnkronen Erwähnung getan werden. Auf diese hat zuerst Zsigmondy aufmerksam gemacht und damit einen wesentlichen Bei-

trag zur anatomischen Charakteristik der Zähne geliefert. Diese Reibungsstellen entstehen durch die Bewegungen, welche die Zähne während des Kauens mehr oder weniger gegeneinander machen. Die Zähne sind bekanntlich nicht unverrückbar in der Alveole eingepflanzt, sondern haben durch das Wurzelperiost eine gewisse Elastizität erhalten, welche eine, wenn auch nur in geringem Maße sich zeigende Beweglichkeit nach den Seiten gestattet. Durch diese Bewegungen während des Kauens entstehen an den Kontaktstellen zweier benachbarter Zähne Zeichen einer deutlichen Abreibung, namentlich an der konvexen Berührungsfläche der Prämolaren und Molaren. Die Beachtung der interstitiären Reibungsflächen ist auch für die Erkennung der Zugehörigkeit von links- und rechtsseitigen Zähnen ein nicht zu unterschätzendes Zeichen. Die distale Reibungsfläche des 1. oberen Prämolaren ist viel kleiner als die des 2. Am 2. Prämolar des Ober- und Unterkiefers ist die distale Reibungsfläche um vieles größer. Der 3. Molar besitzt nur eine Reibungsfläche, nämlich an der mesialen Berührungsfläche. (Vgl. auch Fig. 193 u. 194.)

Die Artikulation.

Hierunter versteht man das Zusammentreffen der Kauflächen der beiden Zahnreihen beim Schließen des Mundes. Aus dem Größenverhältnisse der oberen zu den unteren Zähnen ergibt sich als Folge, daß die ersteren, namentlich im Gebiete der Frontzähne, die unteren mehr oder weniger überragen, während die Prämolaren und Molaren des Oberkiefers nur mit einem schmalen Saume ihre Antagonisten im Unterkiefer umgreifen. Die Zahnkronen sind in mesio-distaler Richtung gegeneinander verschoben, so daß jeder Zahn einer Reihe mit zwei Zähnen der anderen Reihe in Berührung steht oder „artikuliert". Die miteinander artikulierenden Zähne nennt man Antagonisten. Man unterscheidet den Hauptantagonist von dem distal in der Reihe folgenden Nebenantagonisten. Ausnahmen sind der zentrale untere Schneidezahn und der obere Weisheitszahn, welche je nur einen Antagonist haben (Fig. 200).



Fig. 200. **Die normale Artikulation.** I. Aeußere Ansicht der linken Kieferhälften. II. Innere Ansicht der rechten Kieferhälften. Die schraffierten Linien entsprechen der Kontur der Zahnkronen, welche durch die Antagonisten gedeckt sind.

Die Artikulation der einzelnen Zähne gestaltet sich nun in der Weise, daß der obere zentrale Schneidezahn den gleichnamigen unteren deckt und noch einen Teil des unteren lateralen Incisivus: der obere laterale Schneidezahn deckt seinen Antagonist und mit der distalen Ecke auch noch den unteren Eckzahn. Die mesiale Schneidekante des oberen Eckzahnes deckt den unteren Eckzahn, während die distale Kante schon den 1. unteren Prämolar berührt. Der obere 1. Prämolar greift mit seiner Krone zwischen beide untere Prämolaren: der 2. obere Prämolar artikuliert mit seinem Antagonisten und mit dem mesialen Bukkalhöcker des 1. unteren Molaren: während der 1. und 2. obere

Molar mit seinem Antagonisten und mit dem mesialen Höcker des Nebenantagonisten zusammentrifft; der Weisheitszahn endlich trifft nur auf seinen Antagonist. Da ein oberer Molar meist kleiner als sein Hauptantagonist ist, so beißen beide Weisheitszähne symmetrisch aufeinander und die Zahnreihen schließen in einer und derselben vertikalen Ebene ab. Wenn der obere Weisheitszahn viel kleiner als der untere ist, dann wird letzterer vom unteren hinten überragt.

Die Artikulation der beiden Zahnbogen bildet nach Zuckerkandl ein teils scheren- teils zangenförmiges Instrument, dessen Scharnier durch das beiderseitige Kiefergelenk repräsentiert wird. Die vorderen mit scharfer Schneide versehenen Partien des Gebisses gleichen den Branchen einer Schere, während die hinteren höckerigen Teile eher einer mit gerippten Backen versehenen Zange ähnlich sind. Zum Fassen der festen Nahrungsstoffe dienen die Eckzähne; die Schneidezähne und die Backzähne zerschneiden und zerdrücken den Bissen. Den zerkleinerten Bissen übernehmen dann die Molaren, welche durch ihre Mahl- und Reibebewegungen den für die Verdauungswege geeigneten Bolus formen, welcher dann bei geschlossener Mundöffnung und gegeneinander gepreßten Kiefern durch den Rachen in die Speiseröhre unter relativ hohem Drucke zum Magen hinabgespritzt wird.

Die oben geschilderte regelmäßige Artikulation zeigt von diesem Typus verschiedene Abweichungen. Eine Modifikation der normalen Artikulation, der Orthognathie, ist das gerade Gebiß: Orthogenie, bei welchem die Schneidekanten beim Kieferschluß fast senkrecht aufeinander treffen (wie bei den Affen u. a.).

Das vorstehende Gebiß: Prognathie kennzeichnet sich dadurch, daß der mittlere Teil des Oberkiefers stark hervorragt und schief nach vorn geneigt ist, so daß die Frontzähne weit über die unteren Antagonisten vorspringen. Beim Schließen der Zahnreihen berühren sich die vorderen Zähne nicht, indem die letzteren den harten Gaumen direkt treffen. Im gleichen Verhältnisse können sich auch die Lippen oft nicht begegnen und die Oberlippe ist durch die fächerförmige Zahnreihe stark hervorgewölbt (sogenannter Negermund). Ist der Unterkiefer derart nach vorn geschoben, daß dessen Frontzähne sich beim Schließen der Zahnreihen vor die oberen Zähne stellen, so ist das Progenie. Bisweilen wird eine Prognathie dadurch vorgetäuscht, daß der Unterkiefer im Wachstum zurückgeblieben ist, während der Oberkiefer normal entwickelt ist (Opisthogenie). Findet das Umgekehrte statt, so spricht man von Opisthognathie.

Bei dem Kreuzgebisse ist eine Kreuzung der beiden Zahnreihen in der Mittellinie vorhanden derart, daß die oberen Zähne der einen Seite vor die unteren, die der anderen Seite hinter die unteren beißen.

Adloff sagt in bezug auf die Prognathie, daß die senkrechte Stellung der Schneidezähne beim Menschen ein primitives Merkmal ist. Die Anthropomorphen haben bei starker Prognathie der Kiefer schräg nach vorn gerückte Incisivi, während letztere beim Menschen mehr oder weniger senkrecht aufeinander treffen, nicht nur bei Orthognathismus, sondern auch bei Prognathismus. Der am meisten prognathe Australier ist nach dieser Theorie ebenso orthognath wie der rezente Europäer. Adloff hält die bisherigen Ansichten über Prognathie und ihre Klassifikation für ganz unrichtig, indem dieselbe

auf der falschen Voraussetzung beruht, daß mit einer bestimmten Kieferform stets eine bestimmte Zahnstellung — z. B. mit der Prognathie Schiefzähnigkeit — verbunden sein müsse. Das ist aber durchaus nicht der Fall. Der genannte Autor begründete die Prognathie „lediglich mit einer schnauzenartigen Hervorwölbung der Kiefer, ohne daß damit etwas über die Stellung der Zähne ausgesagt worden ist".

Bei dem Zickzackgebisse artikulieren namentlich die vorderen Zähne zickzackmäßig, indem ein oberer Schneide- und Eckzahn bald über, bald hinter die korrespondierenden unteren Zähne trifft. Die Backzähne können dabei normal zusammentreffen, oder auch in ähnlicher Weise mit ihren bukkalen und lingualen Höckern abwechselnd die Furchen der Antagonisten berühren.

Die anderen Abweichungen der normalen Artikulation gehören in das Gebiet der Pathologie.

Literaturverzeichnis.

Abkürzungen.

Außer den üblichen, meist leicht verständlichen Abkürzungen der Titel und Literaturquellen seien nachstehende, meist auf Fachschriften bezügliche Buchstabenbezeichnungen zur leichteren Orientierung angeführt:

A., Arch. = Archiv.
An. = Anatomie.
A. A. oder A. Anz. = Anatomischer Anzeiger.
Ann. = Annalen.
Am. = Amerikanisch (american).
Anthr. = Anthropologie.
Ber. = Bericht.
Brit. J. D. Sc. = British Journal of Dental Science.
Ch. = Chirurgie.
D. = Dental oder Deutsch.
D. M. f. Z. = Deutsche Monatsschrift für Zahnheilkunde.
D. V. f. Z. = Deutsche Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde.
D. z. W. = Deutsche zahnärztliche Wochenschrift.
H. = Heft.
J. = Journal.
J. Brit. D. Ass. = Journal of British Dental Association.
Kl. = Klinisch.
Korr. f. Z. = Korrespondenzblatt für Zahnärzte.
Nat. Sc. = Natural Science.
Od. Bl. = Odontolog. Blätter.
Oest. V. f. Z. = Oesterreichisch-Ungarische Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde.
Proc. = Proceedings.
Ref. = Referat.
Rev. oder R. = Revue.
Rev. trim. suisse = Revue trimestrielle suisse d'Odontologie.
S., Soc. = Society, Société.
Sch. V. f. Z. = Schweiz. Vierteljahrsschrift für Zahnheilkunde.
T. = Tome.
V. = Verein.
V. D. O. G. = Verhandlungen der Deutschen Odontol. Gesellschaft in Berlin.
Z. = Der Zahnarzt (Zeitschr.) und Abkürzung für Zahnärzte, zahnärztlich, Zeitschrift.
Z. R. = Zahnärztliche Rundschau.
Z. W. = Zahnärztliches Wochenblatt.
Zool. Anz. = Zoologischer Anzeiger.
Zhk. = Zahnheilkunde.

I.

Bibliographie, Enzyklopädie.

American Library of dental science. *New York 1839—1849.*
Bechhold, H., *Handlexikon der Naturwissenschaften und Medizin. Frankfurt 1894.*
Büchting, A., *Bibliotheca odontiatrica. Nordhausen 1867.*
Catalogue of the British Museum. *London.*
Coles, J. O., *A list of works on dentistry 1836—1882. London 1883.*
Crowley, C. G., *Dental Bibliography. Philadelphia 1885.*
David, Th., *Bibliographie française de l'art dentaire. Paris, Alkan, 1889.*
Dietrich, F., *Halbjahreskatalog deutscher Zeitschriften und Aufsätze. Leipzig.*
Eichler, M., *Index der deutschen u. wichtigsten ausländ. zahnärztl. Literatur. Bonn 1904.*
Gad, J., *Reallexikon der med. Propädeutik. 1893—1899.*
Handwörterbuch *der Zoologie, Anthropologie und Ethnologie. 1900.*
Harris-Gorgas, *Dictionary of dental science. Philadelphia 1890.*
Hes, J. A., *Encyclopedisch handbock d. tandheelkunde etc. Utrecht en Amsterdam 1856.*
Hesse, F., *Zur Topographie des Gebisses. D. M. f. Z. 1890. No. 2.*
Jährlicher literar. Wegweiser. *1896—1899. Oest. V. f. Z.*
Littré, E., *et* ***Gilbert, A.,*** *Dictionnaire de Médecine. Paris.*
Medizinischer Anzeiger *von Deuticke-Wien.*
Medizinischer Anzeiger *von Pietzcker-Tübingen.*
Odontological Society. *Catalogue of the Museum. London 1882.*
Port, *Index der deutschen zahnärztl. Literatur u. zahnärztl. Bibliog. Heidelberg 1910.*
Rogers, W., *L'encyclopédie du dentiste. Paris 1845.*
— Dictionnaire des sciences dentaires. Paris 1846.
Sternfeld *und* ***Kellner,*** *Zahnärztliche Bücherkunde. Karlsruhe 1891.*
Taft, J., *Index to the periodical literature of dental science. Philadelphia 1886.*
Villaret, A., *Handwörterbuch der gesamten Medizin. 2. Aufl. Stuttgart 1900.*

II.

Allgemeine Anatomie, Histologie, Embryologie, Biologie, Physiologie.

(Lehrbücher, ikonographische Werke.)

Abderhalden, E., *Lehrbuch der physiolog. Chemie. 2. Aufl. Berlin u. Wien 1909.*
Aeby, Ch., *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1868.*
Asher *und* ***Spiro,*** *Ergebnisse der Physiologie. 1902—1910.*
Bardeen, C. R., *Manual of hum. embryology. 1910.*
v. Bardeleben, K., *Lehrbuch der system. Anatomie des Menschen. 1910.*
Bartels, P., *Das Lymphgefäßsystem. Jena 1909.*
Bergh, R. S., *Vorlesungen über allgemeine Embryologie.*
Bernstein, J., *Lehrb. d. Physiol. d. tierischen Organismus, spez. d. Menschen. 2. Aufl. 1900.*
Berry, R. J. A., *Surface anatomy. London 1906.*
Bischoff, *Entwicklungsgeschichte der Säugetiere und des Menschen. Leipzig 1842.*
Blumenbach, J. Fr., *Geschichte und Beschreibung der Knochen des menschl. Körpers. Göttingen 1786.*
Böhm *und* ***Davidoff,*** *Lehrbuch der Histologie des Menschen. 3. Aufl. 1903.*
Bonnet, R., *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte. 1907.*
Born, P., *Kompendium der Anatomie. 3. Aufl. Freiberg i. B. u. Leipzig 1908.*
Boruttau, *Taschenbuch der Physiologie. Leipzig 1908.*
Brösike, G., *Lehrbuch der normalen Anatomie des menschl. Körpers. 8. Aufl. Berlin 1908.*
— Anatomischer Atlas. 1900—1908.
Buchanan, A. M., *Manual of anatomy. 1906—1907.*
Bunge, G., *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 2. Aufl. 1905.*
Cantlie, J., *Text-book of naked eye anatomy. 3. ed. London.*
Constant, Th. E., *A nakedeye anatomy of the human face. London 1905.*
Corning, H. G., *Lehrbuch der topogr. Anatomie. Wiesbaden 1910.*

Cruveilhier, J., *Traité d'anatomie descriptive. Paris 1877.*
Disse, J., *Grundriß der Gewebelehre. Stuttgart 1892.*
Dubois-Reymond, R., *Physiologie d. Menschen u. d. Säugetiere. 4. Aufl. Berlin 1909.*
Duval, A., *Atlas d'embryologie. 1888.*
Erys, *Der Kopf des Menschen in zerlegbaren Abbildungen. 1903.*
Eustachius, *Opuscula anatomica. 1564.*
Fallopia, *Observationes anatomicae. 1563.*
Fergusson, J. S., *Normal histology and microscopic anatomy. 1905.*
Fick, A., *Kompendium der Physiologie. 4. Aufl. 1891.*
Fischer, G., *und* **Mayrhofer, B.**, *Ergebnisse der gesamten Zahnheilkunde. Wiesbaden 1910 u. s. f.*
Foster *and* **Balfour**, *The elements of embryology. London 1874. Deutsche Uebersetzung von Kleinenberg. Leipzig 1876.*
Frey, H., *Handbuch d. Histologie u. Histochemie der Menschen. 4. Aufl. Leipzig 1874.*
Gaup *und* **Nagel**. *Sammlung anatom. u. physiol. Vorträge. Jena.*
Gegenbaur, C., *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 8. Aufl. Leipzig 1909.*
Godley, R. J., *Atlas of human anatomy. London 1880.*
Gorup-Besanez, *Lehrbuch der physiologischen Chemie. 4. Aufl. 1878.*
Gray, H., *Anatomy. 15. Aufl. Philadelphia 1901.*
Gurwitsch, A., *Atlas und Grundriß der Embryologie. 1907.*
Hassal, H., *Mikroskopische Anatomie des menschlichen Körpers. Leipzig 1863.*
Hauser *und* **Schwartzenberger**, *Grundriß der normalen Anatomie. 2. Aufl. 1807.*
Hédon, E., *Précis de physiologie. 6 éd. 1910.*
Heitzmann, C., *Deskript. und topogr. Anatomie des Menschen. Mit Atlas. 9. Aufl. 1904.*
Henle, J., *Grundriß d. Anat. d. Menschen. 4. Aufl. Braunschw. 1901. Die Zähne in Bd. 2.*
— *Knochenlehre. 1885.*
Hermann, L., *Lehrbuch der Physiologie. 14. Aufl. Berlin 1910.*
Hertwig, O., *Allgemeine Biologie. Jena 1906.*
His, W., *Unsere Körperformen und die physiologischen Probleme ihrer Entstehung. 1875.*
Hoffmann, B., *und* **Schwalbe, G.**, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 1877—1886.*
Hollstein, L., *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 5. Aufl. Berlin 1873.*
Huxley, Th. H., *Grundzüge der Physiologie. Deutsch von J. Rosenthal. 3. Aufl. 1893.*
Hyrtl, J., *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 20. Aufl. Wien 1889.*
v. Jakubowitsch, *Die peripheren Nervenendigungen im allgemeinen. Cosmos. 1860. No. 12.*
Keibel *und* **Mall**, *Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen.*
Klein *und* **Noble**, *Atlas of histology. London 1880.*
Költiker, A., *Handbuch der Gewebelehre. 6. Aufl. 1889—1901.*
— *Entwicklungsgeschichte des Menschen. 2. Aufl. Leipzig 1884.*
— *Die normale Resorption des Knochengewebes etc. Leipzig 1873.*
Kotlmann, J., *Lehrb. d. Entwicklungsgesch. d. Menschen. 1898. Handatlas hierzu 1907.*
Krause, W., *Handbuch der Anatomie des Menschen. 1899—1905.*
Landois, L., *und* **Rosemann**, *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 12. Aufl. 1909.*
Langer, O., *und* **Toldt**, *Lehrbuch der system. und topogr. Anatomie. 8. Aufl. 1907.*
Lefert, P., *Aide-mém. d'anatomie et d'embryologie. Paris 1897.*
Leidy, A., *Human anatomy. 1861.*
Lubarsch, O., *Biologie. Jahreskurse für ärztliche Fortbildung. 1910. H. 1.*
v. Luschka, H., *Anatomie des Menschen. 1862—1867.*
Marié, P., *Notions générales d'anatomie, d'histologie et de physiologie. Paris 1900.*
Mecket, J. F., *Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle und Berlin 1820.*
Merkel, *Betrachtungen über d. Entwickl. d. Bindegewebes. Anat. Hefte. Bd. 38. H. 115.*
Michaelis, *Kompendium der Entwicklungsgeschichte. 4. Aufl. Leipzig 1910.*
Minot, C. S., *Lehrbuch d. Entwicklungsgesch. d. Menschen. Deutsch v. Kästner. Leipzig 1894.*
Morehead, T. G., *Surface anatomy. London 1905.*
Morris, H., *A treatise on human anatomy. 1907.*
Müller, H., *Ueber die Entwicklung der Knochensubstanz. 1858.*
Müller, J., *Archiv für Anatomie und Physiologie. 1836. Ser. III.*
Munk, I., *Kompendium der Physiologie des Menschen und der Säugetiere. Bearbeitet von P. Schultz, 4. Aufl. 1909.*
Nagel, W., *Handbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1910.*
Poirier, P., *Traité d'anatomie humaine descriptive. 1901—1909.*
Prenant, *Embryologie. 1895.*
Quain, J., *Elements of anatomy. 9. ed. 1882. Deutsche Uebers. von C. E. E. Hoffmann. 1870—1872.*
Rauber-Kopsch, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen. 8. Aufl. 1909.*
Reinke, Fr., *Anatomie des Menschen. 1899.*
Retzius, G., *Biologische Untersuchungen. 1881—1894.*

Röhmann, F., *Lehrbuch der Biochemie. Berlin 1909.*
Rosemann, R., *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 12. Aufl. Wien-Berlin 1909.*
Rosenthal, J., *Lehrbuch der allgemeinen Physiologie. 1901.*
Sabatier, C., *Traité complet d'anatomie. 1798.*
Sappey, Ph. C., *Traité d'anatomie descriptive. 1885.*
Saxel *und* **Rudinger,** *Biologie des Menschen. Berlin 1910.*
Schäfer, E. A., *Essentials of histology. London 1907.*
Schenk *und* **Gürber,** *Leitfaden der Physiologie des Menschen. 7. Aufl. 1910.*
Schiefferdecker *und* **Kossel,** *Gewebelehre. 1891.*
Schultze, O., *Grundriß der Entwicklungsgeschichte des Menschen u. der Säugetiere. 1897.*
Schwann, Th., *Mikroskopische Untersuchungen. Berlin 1839.*
Schwartzenberger, L., *Kompendium der normalen Histologie. 1907.*
Sobotta, J., *Grundriß d. deskript. Anatomie d. Menschen. 1907. Atlas hierzu 1904—1907.*
Sömmerring, S. Th., *Vom Bau des menschlichen Körpers. Frankfurt a. M. 1800.*
Spalteholz, W., *Handatlas der Anatomie des Menschen. 1907.*
Steiner, J., *Grundriß der Physiologie. 9. Aufl. Leipzig 1906.*
Stieda-Pansch, *Grundriß der Anatomie des Menschen. 4. Aufl. 1900.*
Stöhr, Ph., *Lehrbuch der Histologie. 14. Aufl. Jena 1910.*
Strelzoff, Z. J., *Histogenese der Knochen. Leipzig 1873.*
Stricker, S., *Handb. der Lehre von den Geweben des Menschen u. der Tiere. 1871—1876.*
Szymonowicz, L., *Lehrbuch der Histologie etc. 2. Aufl. 1909.*
Testut, L., *Traité d'anatomie humaine. 5. éd. 1905.*
Tigerstedt, R., *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. 5. Aufl. Leipzig 1910.*
Toldt, C., *Anatomischer Atlas. 6. Aufl. 1909.*
Valentin, G., *Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen etc. Berlin 1845.*
— *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Braunschweig 1844.*
Verworn, M., *Allgemeine Physiologie. Jena. 5. Aufl. 1909.*
Vesalius, A., *De humani corporis fabrica Libri VII. 1555.*
Voll, A., *Kompendium der Anatomie. 1893.*
Waldeyer, W., *Sammlung von 10 anatomischen Abhandlungen. 1868—1900.*
Wilson *and* **Clark,** *Anatomists Vademecum. London 1892.*
Zuckerkandl, E., *Atlas der topogr. Anatomie des Menschen. 1900—1904.*
Zunz *und* **Löwy,** *Lehrbuch der Physiologie des Menschen. Leipzig 1909.*

III.

Spezielle Anatomie der Zähne und der übrigen Mundorgane inklusive Morphologie (Lehrbücher der Zahnheilkunde).

(Vgl. IV., XIII. und andere Abteilungen.)

Abonyi, J., *Kompendium der Zahnheilkunde. Stuttgart 1892.*
Aeby, Ch., *Architektur unvollkommen geteilter Zahnwurzeln. Arch. f. mikr. An. 1878.*
Adler, M., *De l'art dentaire. Bruxelles 1871.*
— **M.** *et* **H.,** *Traité complet sur l'art dentaire. Les dents. Paris 1872. 1879.*
— **M.,** *Les dents. Paris 1887.*
Adloff, P., *Foramina palatina. D. z. W. 1902—1903. No. 23 u. 27.*
Albrecht, P., *Sur la valeur morphol. de l'articulation mandibulaire etc. Bruxelles 1883.*
— *Sur les quatre os maxillaires etc. Bruxelles 1885.*
— *Zur Zwischenkieferfrage. Fortsch. d. Medizin. 1885. p. 443.*
— *Der Zwischenkieferknochen u. seine Beziehungen zur Hasenscharte. D. Z. f. Ch. Bd. 20.*
— *Ueber die morpholog. Bedeutung der Kiefer-, Lippen- und Gesichtsspalten. Langenbecks Arch. Bd. 31.*
Allen, H., *Distinctive characters of teeth. Proc. of Acad. of nat. sc. Philadelphia 1878.*
Amoëdo, O., *L'articulation temporo-maxillaire etc. Odontologie. 1908. No. 9.*
— *Die Zahnheilkunde in der gerichtlichen Medizin. 1900. Deutsch von Port.*
Andrieu, E., *Monographie de la dent de six ans. Paris 1887. Deutsche Uebersetzung von B. Manassewitsch, Genève.*
— *Traité complet de stomatologie etc. Paris 1868.*
Arkövy, *Bedeutung des Diverticulum Tomes-Zsigmondy. Oest. V. f. Z. 1904. No. 1.*
Arnassant, J. L., *Abrégé de l'art du chir.-dentiste. Lyon 1809.*
Azoulay *et* **Regnault,** *Des diverses formes des dents incisives sup. Bull. de la Soc. d'anthrop. Paris. 1893.*
v. **Bardeleben, K.,** *Der Unterkiefer der Säugetiere, bes. des Menschen. A. A. 1905.*
Barret, A. W., *Dental surgery. London 1897.*
Bartholinus, C., *Anatomia Bartholiana reformata. Hagae 1663.*

Baume, R., *Lehrbuch der Zahnheilkunde. 1890.*
Beale, L. S., *Anatomie der Zahngewebe. Arch. of Dentistry. Vol. 1. 1865.*
Beard, J., *Morphological studies. Jena 1889.*
Bebb, W., *Disproportions in dimensional relations of the teeth and jaws. D. Cosmos. 1905.*
Beigel, *Ueber eine neue Untersuchungsmethode der anat. Zahnverhältnisse. B. kl. W. 1865. No. 47.*
Bell, Th., *Anatomy, physiology and diseases of the teeth. Philadelphia 1837.*
Beltrami, E., *L'articulation alvéolo-dentaire chez l'homme. Paris 1836.*
Berdote-Dorsay, *De la langue, des lèvres et des dents. Paris 1811.*
Berger, A. G., *De dentibus. Kiliae 1788.*
Bermann, J., *Ueber tubulöse Drüsen in den Speicheldrüsen. Würzburg 1878.*
— *Ueber die Zusammensetzung der Gl. submaxill. Würzburg 1878.*
Black, G. V., *Are the teeth dependent for their vitality upon the presence of the inferior dental nerve etc. Ohio D. Journ. 1895.*
— *American system of dentistry. 1886.*
— *Anatomie descriptive des dents humaines. 1893.*
— *Descriptive anatomy of human teeth. 1902.*
Blake, G. V., *A study of the periost and perident. membr. Chicago 1887.*
Blandin, Ph. F., *Historische Skizze über die Anatomie der Zähne. Z. 1848.*
— *Des dents. (Thèse d'aggrégation.) 1836.*
Blumenbach, J. F., *Die Knochen des menschlichen Körpers. Göttigen 1807.*
Bochdalek, V., *Neue Untersuchungen der Nerven des Ober- und Unterkiefers. 1855.*
— *Von den Nerven des harten Gaumens. 1842.*
Bödecker, C. F. W., *The anatomy and pathology of the teeth. Philadelphia 1894. Deutsche Ausgabe. Wien und Leipzig 1896.*
Bogue, E. A., *Why I treat the first perm. molar with respect. D. Cosmos. 1903.*
— *The principal molar in man etc. D. Digest. 1903.*
Bourdet, *Recher. et observations sur toutes les parties de l'art du dentiste. Paris 1764.*
Bourgeois, L. F., *Etude anatomique et pathologique sur le sinus maxillaire etc. 1886.*
Bouveret, A. G. E., *De la nature des dents etc. Paris 1841.*
Bramsen, A., *Les dents de nos entfants. 1889.*
Brandt, L., *Lehrbuch der Zahnheilkunde. Berlin 1890.*
Brasseur, E., *Etudes de chirurgie dentaire. 1879.*
Broomell, J. N., *Anatomy and histology of the mouth and neck. Philadelphia 1902.*
Brophy, E. W., *Anatomical landmarks etc. D. Cosmos. 1903.*
Brown, W. S., *Treatise on human teeth. Lowell 1847.*
Bruck, J., *Lehrbuch der Zahnheilkunde. Leipzig 1861.*
Brückner, Ch. M., *De dentibus. Francofurti 1747.*
Brühl, *Zur Anatomie der Nebenhöhlen der Nase etc. Berl. Med. Ges. 1900 und Z. f. Ohrenheilk. Bd. 36. H. 1/2.*
Bünte und Moral, *Ueber das For. mentale. Korr. f. Z. 1910. H. 2 u. 4.*
— *Anatomie der Kiefer. Ergeb. der ges. Zahnheilk. Wiesbaden 1910. Heft 1.*
Burdell H. and J., *Observations on the structure, phyisology, anatomy and diseases of teeth. New York 1838.*
Busch, F., *Verschiedenheit in der Zahl der Wurzeln bei den Zähnen des menschlichen Gebisses. V. D. O. G. Bd. 7. Berlin.*
Buzer, A., *Handbuch der Zahnheilkunde. Berlin 1867.*
Carabelli, G., *System. Handbuch der Zahnheilkunde. Wien 1844.*
Catching, *Compendium of practical dentistry. 1894.*
Chap, H., *Principles and practice of dentistry. 10. Aufl. Philadelphia 1871.*
Chauvin, M., *Anatomie normale des grosses molaires etc. L'Odontologie. Paris 1886.*
Choquet, *L'articulation dentaire. Paris 1902.*
— *Précis d'anatomie dentaire. Paris 1904.*
Chruschtschoff, J. J., *Vollständiger zahnärztlicher Kursus. 1889.*
Cleophas, M., *Disputatio anatomica de dentibus. Witteb 1657.*
Clouston, T. S., *Der harte Gaumen etc. D. Record. 1891.*
Cogan, J. D., *On the teeth. London 1843.*
Cohn, K., *Kursus der Zahnheilkunde. 4. Aufl. Berlin 1908.*
Cook, A., *Essay on the teeth. London 1849.*
Cope, E. D., *Tritubere. molar in human dentition. J. of Morph. 1888.*
Corbetta, G., *Trattato dei denti e delle gengive. Milano 1872.*
Cornudot, E., *De la dent de sagesse etc. 1887.*
Coschwitz, G. D., *Ductus salivalis novus etc. 1657. Witteberg. und Halae Magd. 1724.*
Courtois, H., *L'influence de l'arrangement sur les arcs alvéolaires. Paris 1838.*
Cryer, M. H., *Typical and atypical occlusion of the teeth etc. D. Cosmos. 1904.*
— *Studien der inneren Anatomie des Gesichts. Philadelphia 1901.*

Danielli, J., *Sui denti incisivi dell' uomo. 1885.*
Davenport, J. B., *Die Bedeutung der natürlichen Form und Anordnung des Zahnbogens etc. D. Cosmos. 1887.*
Davis, L., *A treatise on the teeth. London 1752.*
Delabarre, C. F., *Odontologie; observations sur les dents humaines. Paris 1815.*
Dennis, J. M., *and* **Morley**, *The mouth and teeth in health and disease. London 1884.*
Dennis, G., *Die interproximalen Zwischenräume der Zähne. J. f. Zhk. 1892. No. 36.*
Dependorf, Th., *Mitteilungen zur Anatomie und Klinik des Zahnfleisches und der Wangenschleimhaut. Oest. V. f. Z. 1903.*
Dieulafé *et* **Herpin**, *Traité de stomatologie. Paris 1909.*
Dubois, P., *Aide-mémoire du chir.-dentiste. 1889.*
Ducournau, F., *Dent de six ans et dent de sagesse. Art dent. Paris 1903.*
Dzierzawski, *Frenula labiorum lateralia etc. Virchows Arch. Bd. 147. H. 3.*
Engel, J., *Das Knochengerüst des menschlichen Antlitzes. Wien 1850.*
Eustachius, B., *Opuscula anatomica et de dentibus. Delphis 1726.*
Fauchard, P., *Von den Zähnen. 1826.*
— *Le chirurgien-dentiste. Paris 1728.*
Ferrier, *Einige Beziehungen des 5. Nervenpares. Korr. f. Z. 1890. p. 75.*
Feuerstein, W., *Die Muskulatur der Mundspalte beim Menschen. Bern 1878.*
Fischer, Guido, *Beiträge zur Behandlung erkrankter Zähne mit besonderer Berücksichtigung der Anatomie der Wurzelkanäle. D. Zhk. in Vorträgen. II. 4/5.*
— **G.**, *Die verschiedenen Formen des Intermaxillarknochens. Leipzig 1800.*
— **B.**, *Ueber die Foveae palatinae. Königsberg 1902.*
Fitch, S. S., *A system of dental surgery. New York 1829.*
Flagg, E. M., *Das menschliche Temperament und seine Beziehung zu den Zähnen. Sch. V. f. Z. 1893. H. 4.*
Fletcher, M. H., *Ueber die Beziehungen zwischen den Zähnen des Oberkiefers und dem Antrum. D. Review. 1895.*
Le Foulon, J., *Nouveau traité de l'art du dentiste. Paris 1841.*
Fox, J., *Natural history of the human teeth etc. London 1803. Franz. Uebers. Lemaire. 1814.*
Fränkel, M., *Ges. Anatomie für Zahnärzte. Leipzig 1903.*
Frey, L., *Monographie de la dent de six ans. 1897.*
Freudenreich, A. H., *De lingua. Berolini 1833.*
Fricaud, H., *Distinguer les dents temporaires de celles etc. Paris 1843.*
Fritsch, J., *De dentibus. Viennae 1772.*
Fuller, J., *A popular essay on the structure, formation etc. of teeth. London 1815.*
Gaddes, Th., *Zahnärztl. Anatomie u. Physiol. Monthly R. of D. Surg. 1877. No. 12.*
Gaillard *et* **Mogué**, *Traité de stomatologie. Paris 1909.*
Gallette, J. F., *Anat., physiol. u. chirurg. Betrachtungen über die Zähne. Mainz 1813.*
Garretson, J. E., *A system of oral surgery. 1890.*
Gautier, J., *Mécanisme de l'articulation temp.-max. Paris 1844.*
Gegenbaur, C., *Die Gaumenfalten des Menschen. Morph. Jahrb. 1878.*
Geist-Jacoby, G. P., *Geschichte der Zahnheilkunde vom Jahre 3700 v. Chr. bis zur Gegenwart. Tübingen 1896.*
Gilis, P., *L'os intermaxillaire chez l'homme. Gaz. hebdom. des sc. méd. 1888.*
Goblin, D. J., *Manuel du dentiste. Paris 1827.*
Goddard, P. B., *Anatomy, physiol. and path. of human teeth. 1844.*
Goldschmidt, J., *Systematisch geordnete Zahnheilkunde etc. Wien 1838.*
Gorgas, *Questions and answers. Baltimore 1910.*
Gorgone, G., *Memoria sulla natura dei denti umani. Palermo 1842.*
Gray, J., *Dental practice. London 1842.*
Grevers, J. E., *Bemerk. über verschiedene Artikulationsformen etc. Brit. J. of. D. Sc. 1898.*
Grönroos, H., *Eine seltene Anordnung der Arteria maxill. ext. A. Anz. 1891. No. 1.*
Grünberg, J., *Die horizontale Kurve des Zahnbogens. Oest. V. f. Z. 1908. H. 1.*
Guibourd, V., *Des arcades dentaires. Paris 1838.*
Gysi, A., *Die geometr. Konstruktion eines menschl. Gebisses etc. Sch. V. f. Z. 1895. H. 1.*
— *Beitrag zum Artikulationsproblem. Berlin 1908.*
Halbertsma, H., *Bijdrage tot de ziektekundige ontleedkunde der tanden. Amsterdam 1835.*
Haller-Adler, *Traité complet sur l'art dentaire. Les dents. Lille 1871.*
Hamy, E. T., *L'os intermaxillaire de l'homme etc. Paris 1868.*
Handy, W. R., *A text-book of anatomy etc. Philadelphia 1854.*
Hardie, J., *Dental vademecum. 4. ed. Glasgow 1882.*
Harris *and* **Austen**, *Principles and practice of dentistry. London 1881. Trad. française. Paris 1884.*
Harris-Gorgas, *Idem. 1897.*
Hartmann, R., *Anatomie des menschlichen Kopfes. Straßburg 1888.*

Haskell, L. P., *Eigentümlichkeiten der linken Mundseite. D. Summary. 1902. No. 4.*
Hawes, N. W., *Der erste permanente Molar. D. V. f. Z. 1877. H. 2.*
Heider, M., *Anatom. Betrachtungen über d. Zähne u. Zahnreihen. D. V. f. Z. 1868. H. 3.*
Hemard, N., *Recherche de la vraye anatomie des dents etc. Lyon 1582.*
Herbst, E., *Foramina palatina sup. D. M. f. Z. 1902. No. 1. D. z. W. 1902/03. No. 27.*
Herrmann, *Die Gaumenfalten des Menschen. D. V. f. Z. 1879. H. 3.*
Hofmann, A., *Ueber die morph. Stellung der bleibenden Molaren. D. M. f. Z. 1896. No. 10.*
Hohl, *Die Befestigung des Zahnes in der Alveole. D. V. f. Z. 1867. No. 1.*
Huguenin, P., *Lymphdrüsen am Kiefer. Od. Bl. 1902. No. 20.*
Hüter, C., *Der Unterkiefer bei Neugeborenen und Erwachsenen. A. f. path. An. 1864.*
Hunter, J., *Natural history of human teeth. London 1771. New York 1839. Deutsche Uebersetzung Leipzig 1780. Franz. Uebersetzung 1845.*
Ingersoll, L. C., *Dental science. Philadelphia 1889.*
James, *Pulp canals of human teeth. D. Review. 1890.*
Jelgersma, B., *De dentibus. Lugduni 1747.*
Jessen, E., *Lehrbuch der praktischen Zahnheilkunde. Wien 1899.*
Jobson, D. W., *A treatise on the anatomy and physiology of the teeth etc. London 1835. Baltimore 1844.*
Judd, H., *Anatomical description of permanent teeth. St. Louis 1877.*
Jung, C., *Anatomie und Pathologie der Zähne und des Mundes. 1898.*
v. Kaathoven, C. G. H., *De dentium formatione atque natura. Lugd. Bat. 1821.*
Kempton, H. T. K., *Elements of anatomy and diseases of the teeth. London 1863.*
Klare, G., *Der 1. permanente Mahlzahn bei Kindern. D. M. f. Z. 1884. No. 1.*
Kleinmann, *Nervus crotaphiticus mit dem Foramen interruptum. Z. 1870.*
Koch, G., *Versuch einer Odontologie. München 1838.*
Kölliker, A., *Die Anatomie der Kieferspalte. A. f. kl. Ch. 1881.*
— *Zur Zwischenkieferfrage. Centralbl. f. Ch. 1885.*
Kowalewsky, *Ueber das Blutgefäßsystem der Speicheldrüsen. D. M. f. Z. 1887. No. 4.*
Kummer, G. L. L., *Einiges über die Fissura incisiva. Berlin 1881.*
Lacroix, J., *Considérations sur le système dentaire. L'art dent. Paris 1903.*
Laffin, J., *Etude des arcades alvéolo-dentaires. Paris 1876.*
Larforgue, L., *L'art du dentiste. Paris 1802. Deutsche Uebers. Leipzig 1806.*
Landzert, Th., *Der Sattelwinkel u. sein Verhältnis zur Pro- und Orthognathie. 1867.*
Langer, K., *Das Kiefergelenk des Menschen. Wien 1860.*
Latham, V. A., *Formen und Ursprung der Zähne. Korr. f. Z. 1889. No. 1.*
Latimer, C. E., *Pulp cavities. D. Cosmos. 1865. No. 1.*
— *Pulpa der unteren Molarzähne. Z. 1868.*
Lepkowski, W., *Die Verteilung der Gefäße in den Zähnen des Menschen. An. Hefte. 1901.*
Leuckart, F. S., *Untersuchungen über das Zwischenkieferbein des Menschen etc. Stuttgart 1840.*
Linderer, J., *Handbuch der Zahnheilkunde. Berlin 1842—1848.*
— *Die Zahnheilkunde nach ihrem neuesten Standpunkte. Erlangen 1851.*
Lippmann, C. F. B., *De dentibus. Lipsiae 1823.*
Litch, W. F., *The american system of dentistry. Philadelphia 1887.*
Loos, R., *Der anatomische Bau des Unterkiefers. Wien 1899.*
— *Bau und Topographie des Alveolarfortsatzes im Oberkiefer. Wien 1900.*
— *Ein abnormer Verlauf des Canalis mandibularis. Oest. V. f. Z. 1899. No. 2.*
Löwe, L., *Beiträge zur Anatomie der Nase und der Mundhöhle. Leipzig 1883.*
— *Beitr. zur Kenntnis des Zahnes u. seiner Befestigungsweise im Kiefer. A. f. mikr. A. 1881.*
Löwenthal, *Hist.-krit. Notiz über die Glandula submaxillaris. A. Anz. 1895.*
Magitot, L., *Anatomie, physiol. et path. des dents. Paris 1882.*
Maltese, Fr., *Stomatoiatria ed odontoiatria. Napoli 1890.*
Manson, Th., *Ancient and modern hist. of teeth. New York 1848.*
Martin, B., *Dissertation sur les dents. Paris 1679.*
Martin, L., *De la nature des dents etc. Paris 1839.*
Maury, F., *Traité complet de l'art du dentiste. Paris 1841.*
Meadors, J. T., *Betrachtungen über den Interdentalraum. D. Digest. 1902. No. 2.*
Messerer, O., *Elastizität und Festigkeit der menschl. Knochen. Unterkiefer: seitl. Druck auf die Kieferwände etc. Stuttgart 1880.*
v. Metnitz, J., *Lehrbuch der Zahnheilkunde. 3. Aufl. Wien 1903.*
— *Die Blutgefäße des Zahnfleisches. Oest. V. f. Z. 1890. No. 1.*
Meyer, H., *Das Kiefergelenk. Arch. f. An. u. Phys. 1865.*
— *Der Zwischenkieferknochen etc. Z. f. Chir. 1884.*
Michél-Lister, *Wandtafel über den Verlauf des N. trigeminus etc. Z. W. 1890.*
Miller, W. D., *Some studies of the anatomy of the teeth etc. Brit. J. D. Sc. 1905.*
Minvielle, E., *De l'arcade dentaire inf. Paris 1838.*

Montgomery und **Hay**, *Talgdrüsen in der Schleimhaut des Mundes. D. M. W. 1900. No. 6.*
Moraht, O., *De lingua. Halae 1829.*
Morgenstern, M., *Die Nerven der Zahnpulpa. 1886.*
Mosley, E., *Teeth, their natural history etc. London 1861.*
Mühlreiter, E., *Anatomie des menschlichen Gebisses. 2. Aufl. Leipzig 1891.*
— *Ueber Minimal- und Maximalgrößen der Zähne. D. V. f. Z. 1874. No. 2.*
Nessel, F., *Kompendium der Zahnheilkunde. Wien 1856.*
Neumann-Kneuker, A., *Der M. temporalis und seine Beziehungen zur inneren Alveolarwand etc. Oest. V. f. Z. 1910. No. 3.*
Newkirk, G., *A short treatise on teeth. Chigago 1879.*
Niemand, C., *Ein Beitrag zur Anat. des weichen Gaumens. D. M. f. Z. 1897. No. 6.*
Noguet, R., *Les dents. Monde dent. Paris. 1902.*
Osborn, H., *History and homologies of human molar cusps. A. Anz. 1892. p. 740.*
Oudet, J. E., *Recherches anatomiques, physiol. et microscop. sur les dents etc. Paris 1862.*
— *Ueber das Stadium der Anatomie und Physiologie der Zähne. Z. 1846. p. 155.*
Owen, R., *The principal forms of the skeleton and the teeth. Philadelphia 1843.*
— *Ueber Bau und Beschaffenheit der Zähne. Z. 1846. p. 155.*
Parreidt, J., *Kurzes Lehrbuch der Zahnheilkunde. 3. Aufl. Leipzig 1900.*
— *Die Breite der oberen zentralen Schneidezähne beim männlichen und weiblichen Geschlechte. D. M. f. Z. 1884. No. 5.*
— *Die Ursachen des Mißverhältnisses zwischen der Größe der Kiefer und derjenigen der Zähne. D. M. f. Z. 1884. No. 6.*
— *Sind die mittleren oberen Schneidezähne bei der Frau verhältnismäßig breiter als beim Manne etc. D. M. f. Z. 1886. No. 6.*
Patrick, J. B., *Interstitialwachstum an Zähnen. Korr. f. Z. 1882. p. 63.*
Peale, S. L., *The teeth. D. Cosmos. 1864.*
Pearsall, B. W., *Verzogene Mahlzähne. J. Brit. D. Ass. 1891.*
Pfeil, C. R., *Ueber die Zwischenkieferknochen. Würzburg 1849.*
Picnot, *L'art dentaire. La Haye 1875.*
Planer, A., *Anatome dentium human. Tubingae 1685.*
Port, G., *Die Wurzelkanäle d. unteren Molaren u. d. oberen 2. Prämolaren. Oest. V. f. Z. 1905.*
Preiswerk, G., *Korrosionsanatomie. D. z. W. 1901—1902.*
— *Beiträge z. Korrosionsanatomie d. pneumatisch. Gesichtshöhlen. Z. f. Ohrenh. 1899. No. 1, 2.*
— *Atlas und Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Aufl. München 1908.*
Pudet, J. E., *Recherches sur les dents. 1862.*
Mc Quillen, *Anatomy and physiol. of expression and the human teeth etc. Philadelphia 1864.*
Quinby, *Zahnärztliche Praxis. Deutsch von Holländer. 1884.*
Rabus, P., *De dentibus. Lugduni Bat. 1716.*
Reschreiter, C., *Zur Morphologie des Sinus maxillaris. München (Stuttgart) 1878.*
Rivington, W., *Der Schädel. Korr. f. Z. 1878. p. 103.*
Richter, *Die mathemat. Konstruktion des menschlichen Gesichtsschädels und Gebisses. D. M. f. Z. 1909. No. 2.*
Ringelmann, K. J., *Organismus des Mundes, besonders der Zähne. Nürnberg 1824.*
Rivière, L., *Allg. Uebers. betr. das Wissenschaftl. u. d. Kunst d. Zahnarztes. Augsburg ca. 1800.*
Rogers, W., *L'encyclopédie du dentiste etc. Paris 1845.*
— *Dictionnaire de sciences dentaires etc. 2. éd. Paris 1847.*
— *Physiogn. Studien über Mund und Zähne. Z. 1854.*
Rolland, G., *Anatomie de la bouche et des dents. Paris 1904.*
Rosenberg, *Ueber Umformungen an den Incisiven etc. Morph. Jahrb. 1895.*
Rousseau, E., *Ueber die Dimensionen der unteren Kinnlade. Z. 1851.*
— *Ueber die Intermaxillarknochen beim Menschen. Z. 1859.*
Ruspini, *A treatise on the teeth. London 1797.*
Rymer, J. F., *Notes on dental anatomy. London 1892.*
Salter, J., *Ueber einige Punkte der Anat. u. Physiol. der Zahnbeinröhrchen. A. of Dentistry. 1865. No. 10.*
Sapolini, *Eine neue Beschreibung des Nervus dentalis inf. D. V. f. Z. 1876. No. 3.*
de Sarau, A., *Vaisseaux sanguins des racines dent. Gaz. méd. Paris 1880.*
Sauvez, E., *Anatomie et physiologie de la bouche et des dents. Paris 1896.*
Scardovi, L., *De dentibus anatom. ac physiol. consideratis. Erfordiae 1785.*
Scervini, P., *Trattato completo di odontoiatria. Napoli 1899.*
Schaafhausen, *Ueber das menschliche Gebiß. Verh. des Naturh. Vereins. Bd. 3. 1886.*
Scheff, J., *Lehrbuch der Zahnheilkunde. 2. Aufl. Wien 1884.*
— *Handbuch der Zahnheilkunde. 3. Aufl. Wien 1909.*
— *Sagittalschnitte z. topogr. Anatomie d. Ober- u. Unterkiefers. Oest. V. f. Z. 1905. No. 1.*
Schlesinger, A., *De dentibus hominum. Berolini 1854.*
Schmidt, L., *Ueber die Bedeutung des 1. Mahlzahnes. D. M. f. Z. 1887.*

Scholtz, Ueber den 1. Mahlzahn etc. V. bad. Zahnärzte. 1890/91. Z. W. 1891.
Schumacher, G., Ueber die Nerven d. Kiefer u. d. Zahnfleisches. Bern u. St. Gallen 1839.
Schürch, O., Bezieh. d. Größenvariation d. Highmorshöhle etc. A. f. Laryngol. Bd. 18. 1905.
Schwarze, A., Wechselbeziehungen zwischen 1. und 3. Mahlzahn. D. M. f. Z. 1907.
Schwartzkopf, E., Studie über das Os intermaxillare. D. M. f. Z. 1888. No. 4.
Schweitzer, G., Ueber die Lymphgefäße des Zahnfleisches u. d. Zähne. A. f. mikr. An. 1906.
Seiffert, A., Anatomie, Physiologie und Histologie für Zahnärzte. Z. 1869.
Serres, A., Essai sur l'anatomie et la physiol. des dents; nouvelle théorie de la dentition. Paris 1817.
Sewill, H., The students guide to dental anatomy &c. 4. ed. (Dental Surgery). London 1901.
Siffre, Dent de six ans et dent de sagesse. Rev. odontol. 1903.
— Les rapports du tissu dentaire et de la denture avec le squelette. Rev. de stom. 1905.
Smith, Hopewell J., Handbook of dental anat. and surgery. 2. ed. London 1871.
Stettenheimer, L., Ein Beitrag zur Drehung des Foramen mentale. Korr. f. Z. 1910. No. 3.
Stieda, Die Gefäßfurchen am knöchernen Gaumen des Menschen. A. Anz. 1894.
Suchannek, Ueber gehäuftes Vorkommen von Talgdrüsen in der menschlichen Mundschleimhaut. Münch. med. Wochenschr. 1910. No. 17.
Szabo, J., Die Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. Oest. V. f. Z. 1900. H. 1.
Talbot, E. S., Anatomic changes in the head, face, jaws, teeth in the evolution of man. D. Cosmos 1904.
Talma, A. F., Médecine dentaire. 1852.
Taylor, A. E., Variat. in hum. tooth-form etc. J. of An. a. Phys. London 1899.
de Terra, P., Repetitorium d. Zahnheilk. u. sämtl. Hilfswiss. 2. Aufl. Stuttgart 1908.
Tesmer, J. G., Observationes anatomicae, circa numerum dentium etc. Berolini 1812.
Thenn, J. G., De dentibus. Argentorati 1708.
Toldt, C., Struktur- u. Formverhältnisse d. menschl. Unterkiefers. Korr. f. Anthrop. etc. 1904.
Tolver, A., Treatise on teeth. London 1762.
Tomes, Ch., American system of dentistry. 1887.
— Nervus mandibularis zwischen den Wurzeln des Weisheitszahnes. Korr. f. Z. 1883.
— Studien über die Befestigung der Zähne. D. V. f. Z. 1877.
— Ueber die Befestigung der Zähne. D. V. f. Z. 1879. 1880.
Tomes, J. A., A system of dental surgery. 5. ed. London 1906. Deutsche Uebersetzung von A. z. Nedden. Leipzig 1862.
— Ueber Anatomie, Chemie und Physiologie der Zähne. Z. 1846.
Trüb, K., Größenverhältnisse des Cavum pulpae nach Altersstufen. D. M. f. Z. 1909. No 6.
Trummer, J. G., De dentibus. Regiomonti 1744.
Turner, Logan, A., Einige Punkte in d. Anatomie d. Antrum Highm. D. Record 1902. No. 6.
van Tuyl, O. W., Os dentes. Rio de Janeiro 1870.
Underwood, A. S., Aids to dental anat. and physiol. London 1902.
— An inquiry into anat. and path. of maxill. sinus. Brit. J. D. Sc. 1910. No. 1025.
Vasey, Ch., The teeth and their preserv. London 1851.
Venturini, Traité sur la partie dentaire. Bordeaux 1858.
Vram, U., Studio sui denti umani molari. 1897.
Waite, G., The dentist's anatomical and physiol. manual. London 1827.
Waldeyer, W., Bau der menschlichen Mundhöhle etc. D. z. W. 1902/03. No. 31.
Wallisch, W., Das Kiefergelenk. Oest. V. f. Z. 1901. 1903 u. 1909. No. 4.
Wedl, C., Pathologie der Zähne. Leipzig 1870 u. 1910.
Wehle et Janke, De ossibus mandibularum puerorum septennium. Lipsiae 1751.
Wehner, Ch., Beitr. z. Lehre, die Form d. Zahnwurzeln aus d. Krone zu erkennen. Z. 1855.
Windle and Humphreys, Extracusps on the human teeth. A. Anz. 1887.
Winkworth, On the teeth. London 1880.
Wittkowski, G. J., Movable atlas of hum. anat. and physiol. Part V. The ear and teeth. London.
Witzel, A., Ursachen der Veränderung des Unterkieferwinkels. Korr. f. Z. 1884. No. 3.
Witzel, K., Atlas der Zahnheilkunde in stereoskop. Bildern. Serie I. Anatomie. Berlin 1909. Serie II. Ibidem.
Wortman, American system of dental surgery. 1887.
Zsigmondy, A., Die interstitiären Reibungsflächen der Zahnkronen. D. V. f. Z. 1865. No. 1.
— Nomenklatur der Bißarten. Oest. V. f. Z. 1904. p. 322 u. 428.
Zuccarelli e Manceri, Il 3. dente molare della mascella superiore ecc. Atti Soc. rom. antrop., Roma 1894/95.
Zuckerkandl, E., Makroskopische Anatomie und Entwicklungsgeschichte. In Scheffs Handb. d. Zahnheilk. 1909.
— Anatomie der Mundhöhle und der Zähne. Wien 1891.
— Beitr. z. Anat. d. menschl. Körpers. Ueber rudiment. Zähne. Med. Jahrb. Bd. 2 u. 3. 1885.
— Ueber die Mahlzähne des Menschen. Arch. f. Anthr. Bd. 10. 1889.
— Ueber das epitheliale Rudiment eines 4. Mahlzahnes beim Menschen. Wien 1896.

IV.

Histologie, Histogenese und Biologie der Zähne und der übrigen Mundorgane. (Vgl. auch II., III., VI., XIII.)

Abbott, F., *Dentine and enamel of deciduous teeth (v. Heitzmann). New York 1883.*
— *Minute anatomy of the human teeth. Trans. D. Soc. New York 1882.*
— *On protective dentine. Ref. D. M. f. Z. 1887.*
— *Odontoblasts in their relation to developing dentine. D. Cosmos. 1888.*
— *Mikroskopische Beobachtungen über Resorption der Milchzahnwurzel. Korr. f. Z. 1884.*
— *Growth of enamel. D. Cosmos. 1889.*
Abraham, *Die Innervierung des Zahnbeins. Korr. f. Z. 1898. p. 308.*
Aeby, Ch., *Das histol. Verhalten fossilen Knochen- u. Zahngewebes. Arch. f. mikr. An. 1887.*
Aguilhon, Elie, *Dével. des dents etc. Progrès dent. 1878. p. 332, u. 1879.*
Allen, G., *Enamel and dentine. Am. monthly microsc. J. Vol. 8. 1887.*
Andresen, V., *Die Querstreifung des Dentins. D. M. f. Z. 1898. No. 9.*
— *Beitrag zur Histologie des Schmelzes. D. M. f. Z. 1902. No. 8.*
Andrews, R. R., *Ueber den Ursprung der Zahnbeinfasern. D. M. f. Z. 1887. No. 12.*
— *Entwicklung und Verkalkung des Schmelzes. D. M. f. Z. 1890. No. 11.*
— *A contrib. to study of develop. of enamel. D. M. f. Z. 1900. No. 9.*
— *Formation of enamel. Int. D. J. 1891.*
— *Dental fibrils. New York. Med. Rec. 1887. 1888.*
— *Develop. of enamel. D. Cosmos. 1897.*
— *Contrib. to study of struct. of dentine. Int. D. J. 1895.*
— *Embryology of dental pulp. D. Digest. 1902. No. 8.*
— *Resume of histology of dent. pulp. J. of. Am. med. Assoc. Chicago 1902.*
Annell, G., *Beiträge zur Kenntnis der zahnbildenden Gewebe des Menschen und der Säugetiere. Biol. Unters. v. Retzius. Stockholm 1882.*
Arkövy, *Untersuchung über Entwicklung des Dentins. Korr. f. Z. 1877. p. 83.*
Ballowitz, E., *Bedeutung des Schmelzorganes. Münch. m. W. 1892. No. 23.*
Bardinet, B. A., *Des follicules dentaires etc. Paris 1840.*
Baume, R., *Pigmentierung des Zahnbeins etc. D. V. f. Z. 1876. No. 2.*
Beale, L. S., *Anatomie der Zahngewebe. Z. 1865.*
— *Struktur der einfachen Gewebe. Leipzig 1862.*
— *Die frühesten Veränderungen bei der Entwickl. der Zähne etc. D. V. f. Z. 1865. No. 3.*
Beard, J., *Morpholog. studies. Jena 1889.*
Bennet, F. J., *Gewisse Punkte betr. Struktur des Dentins. Korr. f. Z. 1889. p. 77*
— *Structure of dentine. Lancet. 1888. No. 25.*
Berres, *Ueber den zarten Bau der Drüsen etc., speziell der Zahnfollikel. Med. Jahrb. d. öst. Staates. 1840.*
Black, G. V., *Die Fasern und Drüsen des Periodontiums. Cosmos. 1899. No. 2.*
— *Periosteum and dental membrane. Chicago 1887.*
Blandin, Ph. F., *Bau und Organisation der menschlichen Zähne. Z. 1848.*
Blume, G., *Ueber die fortwährende Verknöcherung im Zahnkanale. Z. 1851.*
Bödecker, C. F. W., *vgl. auch Heitzmann.*
— *Das Zahngewebe. Ref. D. V. f. Z. 1879. No. 3.*
— *Ueber sekundäres Dentin. Cosmos. 1879.*
— *Anatomy and path. of teeth. Philadelphia 1884. Deutsche Uebersetzung. Wien 1896.*
— *Dentine, cement and enamel. Pulp. pericementum. Vgl. Heitzmann: Microsc. morphology.*
— *Distribution of living matter in human dentine cement and enamel. D. Cosmos. 1878. 1879.*
— *Vorl. Mitteil. über organische Gebilde im menschl. Zahnschmelz. A. Anz. 1909. p. 310.*
Boll, F., *Untersuchungen über die Zahnpulpa. Arch. f. mikr. An. 1868. p. 73.*
— *Ueber die Endigungen der Pulpanerven. Arch. f. mikr. An. 1868. Ref. D. V. f. Z. 1868. No. 4.*
Bostock, A. L., *Praktische Histologie für Zahnärzte. Brit. J. of D. Sc. u. Ref. J. f. Zhk. 1892. No. 38.*
Brittan, *Eine neue Beobachtung im Zahngewebe. D. Register. 1884. No. 5.*
Broomell, N., *Calcification of the teeth. D. Cosmos. 1897.*
Bruck, J., *Beiträge zur Histologie der Zahnpulpa. Breslau 1871.*
v. **Brunn, A.**, *Die Ausdehnung des Schmelzorganes und seine Bedeutung für die Zahnbildung. Arch. f. mikr. An. 1887. No. 3.*
— *Bildung des Zahnbeins. Ref. D. V. f. Z. 1876. No. 2.*
— *Ueber Membr. praeform. und Cuticula dentis. A. Anz. 1888.*
Bünte, H., und Moral, H., *Anlagerung von Knochensubstanz an das Dentin. D. M. f. Z. 1910. No. 6.*

Calembrun, M., *Istologia ed istogenia dell' organo dentario. Giorn. di corrisp. pei dentisti. Milano 1882—1883.*
Capdepont, *Quelques considérat. anatomiques sur le sac folliculaire. Rev. de stom. 1902.*
Carreras, P., *La polpa dentaria. Livorno 1892.*
— *Sulla proprietà assorbente della polpa. Ber. des Internat. Med. Kongress. Rom 1894.*
Caush, D. E., *Some notes on enamel. Transact. of Odontol. Soc. in Brit. J. of d. Sc. Vol. 47. 1904.*
— *Nasmyth's membranc. Brit. Dent. Assoc. J. 1898.*
— *Is there uncalcified tissue in enamel. D. Cosmos. 1905.*
Cavalié, M., *Sur la stratification de l'ivoire etc. Rev. trim. suisse. 1905.*
Chase, H. S., *Neue Beobachtungen in der Histologie der Zähne. Miss. D. J. 1875. No. 3 u. 5; D. V. f. Z. 1876. No. 3.*
Choquet, *Ueber die Beziehungen zwischen Schmelz und Zement. L'Odontol. 1899. No. 2 u. Oest. V. f. Z. 1899. No. 4.*
Cogne et **Cavalié,** *Structure de la pulpe dentaire. Rev. trim. suisse. 1905.*
Coles, O., *Einige neue Beobachtungen über Histologie der Zähne. Miss. D. J. 1876.*
Collaud, A., *Etude sur le ligament alvéolo-dentaire. Int. M. f. An. u. Phys. 1890.*
Conley, J. St., *Dental pulp in health and disease. D. Digest. 1910.*
Coulliaux, L., *Anatomie, Physiol. und Pathol. der Zahnpulpa. Korr. f. Z. 1896. 1897.*
— *Das Stratum und Substrat der Odontoblasten. D. M. f. Z. 1894. No. 7.*
Cutler, S., *Mikrosk. Unters. der Zähne. D. Cosmos. 1866. No. 10—12; 1867. No. 1. 10.*
Czermak, J., *Beiträge zur mikrosk. Anatomie der menschl. Zähne. Schmelzstruktur. Interglobularräume. Z. f. wiss. Zool. 1850.*
Debierre et **Pravaz,** *Contrib. à l'odontogénie. Arch. de physiol. 1886.*
Dependorf, *Innervierung des Zahnbeins. Z. W. 1899. No. 613. 614.*
Disse, J., *Ueber die Bildung des Zahnbeins. Marburg 1907.*
Ebermann, F., *Zahnbeinnerven. D. V. f. Z. 1872. No. 3.*
v. Ebner, V., *Unters. über das Verhalten des Knochengewebes im polarisierten Licht. Akad. d. Wiss. Wien. 1874.*
— *Verhalten fossiler Zähne im polarisierten Licht. Wien 1890.*
— *Erwiderung zu Weils Bemerk. zur Histol. der Pulpa. Oest. V. f. Z. 1891. No. 1.*
— *Ueber den feineren Bau der Knochensubstanz. Akad. d. Wiss. Wien. 1875.*
— *Strittige Fragen über Bau des Schmelzes. Ibidem. 1890.*
— *Von den Zähnen. In Koellikers Gewebelehre.*
— *Ueber die Kittsubstanz der Schmelzprismen. D. M. f. Z. 1903. No. 10.*
— *Ueber das Hartwerden des Schmelzes. Akad. d. Wiss. 1903.*
— *Schmelzstruktur und Höllenstein. D. M. f. Z. 1904. No. 1.*
— *Histol. Veränderung des Schmelzes während der Erhärtung. Arch. f. mikr. An. 1905.*
— *Entwicklung der leimgeb. Fibrillen. Akad. d. Wiss. 1906.*
— *Verhandlungen der Anatomischen Gesellschaft Rostock. 1906.*
— *Ueber scheinbare und wirkliche Radiärfasern. A. Anz. Bd. 34.*
— *Histologie und Histogenese der Zähne. In Scheffs Handb. d. Z. 1909.*
Elin, E., *Zur Kenntnis der feineren Nerven der Mundschleimhaut. Z. f. d. med. Wiss. 1871. No. 15.*
Eternod, A., *Des lois mathém. et méc. régissant la distrib. des prismes de l'émail. Rev. et Arch. suisses. 1887. No. 9.*
Euler, *Weitere Beiträge zu dem Vorkommen von Zement im Wurzelkanal. D. M. f. Z. 1910. No. 3.*
— *und* **Köhler,** *1. Vergl. Studie über die Einwirkung der gebräuchlichsten Entkalkungsflüssigkeiten auf die Zähne. 2. Drei Fälle mit nicht gewöhnlichem mikrosk. Befund. Korr. f. Z. 1910. No. 3.*
Fasoli, G., *Sulla struttura della dentina. Milano 1905.*
— *Ricerche sullo sviluppo della dentina secondaria. Stomatologia. Vol. 8. 1910. No. 4.*
Ferrier, P., *Natur d. alveolo-dent. Membran. Rev. trim. suisse. Avril 1901.*
Fischer, Guido, *Irreg. Dentingewebe in der Pulpa. Oest. V. f. Z. 1908. No. 3.*
— *Biologie der menschl. Zähne. D. M. f. Z. 1907. No. 1.*
— *Biologie. Ergeb. d. ges. Z. 1910. H. 1 und Sch. V. f. Z. 1910. No. 3.*
— *Ueber die feinere Anatomie der Wurzelkanäle menschl. Zähne. D. M. f. Z. 1907. No. 9.*
Fischer *und* **Landois,** *Zur Histologie der gesunden und kranken Zahnpulpa. D. Zhk. in Vortr. 1909. No. 7/9.*
Fleischmann, L., *Bau und Inhalt der Dentinkanälchen. Arch. f. mikr. An. 1905.*
— *Zur Existenz der Neumannschen Scheiden u. Tomesschen Fasern. Oest. V. f. Z. 1905. p. 506.*
— *Zur Bildung der Zahnbeingrundsubstanz. Arch. f. mikr. An. 1907.*
— *Das transp. Dentin. Oest. V. f. Z. 1907. No. 1.*
— *Histologie und Histogenese. Ergeb. d. ges. Zhk. 1910. H. 1.*

Fleischmann, L., *Entwicklung der Zahnscheiden. Arch. f. mikr. An. 1906.*
Fletcher, *Protective dentine. 9th Intern. Med. Congr. Indep. Pract. 1888. Jan.*
Fränkel, M., *De penetiori dentium humanorum structura. Diss. Vratisl. 1835.*
Fürstenberg, *Zellen mit verdickten Wänden (Zahnbeinzellen). Arch. f. An. 1857.*
Gaddes, Th., *Struktur und Entwicklung der Zähne. Monthly Rev. 1880.*
Galippe, V., *Les débris épithéliaux paradentaires de Malassez. Rev. trim. suisse. 1910. No. 3.*
Gallette, J. F., *Betrachtungen über den Schmelz der Zähne. Mainz 1824.*
Ganzer, H., *Die physiol. Injektion zum Studium der Histogenese des Zahnschmelzes. A. Anz. 1906.*
Gebhardt, W., *Ueber den funkt. Bau einiger Zähne. Arch. f. Entw. d. Org. 1900.*
Gegenbaur, C., *Primäre und sekundäre Knochenbildung. Jenaische Z. 1867.*
Goodsir, J., *Ueber Ursprung und Entwicklung des Zahnmarks und der Zahnsäcke beim Menschem. Med. a. surg. J. Edinburgh 1839.*
Grasset, L., *Rech. sur la distrib. mathém. des prismes de l'émail dent. Inter. M. f. An. u. Physiol. 1891. No. 2.*
Gysi, A., *Zahnbeinnerven. Sch. V. f. Z. 1900. H. 3.*
— *Dentinkanälchen eine album. Flüssigkeit enthaltend. Ibidem. 1900. H. 3.*
— *und* **Röse**, *Sammlung von Mikrophot. zur Veranschaulichung der mikrosk. Struktur der Zähne des Menschen. Zürich 1894.*
Harriman, G., *Entdeckung von Nervenfasern im weichfesten Teile des Dentins. D. V. f. Z. 1871. No. 3.*
Hart, J., *Minute structure of dentine. D. Cosmos. 1891.*
Harting, *Calcification. Quart. J. Micr. Sc. 1872.*
Heider, *Ueber die Zahngewebe. D. V. f. Z. 1865. No. 3.*
Heitzmann, C., *Microscopic anatomy of the human teeth. Med. Rec. New York. 1879.*
— *Dental tissue. New York 1878. V. f. Z. 1879.*
— *Demonstr. of the reticulum in dentine etc. New York Od. Soc. 1902.*
— *and* **Roy**, *Contrib. to the minute anotomy of cementum. Intern. D. J. 1892.*
Hentze, *Kallus Dentin. Od. Bl. 1905.*
Hertz, H., *Untersuch. über den feineren Bau und Entwickl. der Zähne. Virch. Arch. f. path. An. 1866.*
Höhl, E., *Beitrag zur Hist. der Pulpa u. des Dentins. Arch. f. An. u. Phyiol. 1896.*
Hoppe, F., *Die Gewebselemente d. Knorpel, Knochen u. Zähne. Virch. Arch. f. path. An. 1853.*
— *Untersuchungen über die Konstitution des Schmelzes. Ibidem. 1862.*
Huber, G. C., *Innervation der Pulpa. Korr. f. Z. 1899.*
Hulme, H., *Struktur und Entwicklung der Zähne. Z. 1860.*
Huxley, T. H., *Nasmyth's Membrane. Quart. J. of micr. Sc. 1854.*
Ingersoll, *The alveolo-dental membr. D. M. f. Z. 1886. No. 8.*
Judd, H., *Ossification of pulp. Miss. D. J. 1869.*
Jungner, H., *Beitrag zur Frage der Kittsubstanz der Schmelzprismen. Nordisk Tandl. 1905. Ref. Korr. f. Z. 1906.*
Kantorowicz, F. A., *Bau und Entstehung der Schmelztropfen. D. M. f. Z. 1904. No. 1.*
— *Zur Histogenese des Dentins und Ersatzdentins. D. M. f. Z. 1910. No. 8.*
Kirk, E. C., *Structural character of calcif. dental tiss. D. Cosmos. 1903.*
— *Einige chem. Hauptpunkte betr. die Zahnverfärbung. Schw. V. f. Z. 1907. No. 1.*
Kleinsorgen, Fr., *Beitrag zur Klärung einiger strittigen Fragen in der Histologie des harten Zahngewebes. D. M. f. Z. 1910. No. 9.*
Kölliker, A., *Von den Zähnen. In Mikr. An. 1852. 1867.*
— *Verbreitung und Bedeutung der vielkern. Zellen der Knochen und Zähne. Ref. D. V. f. Z. 1873. No. 1.*
— *Neurologische Bemerkungen. Z. f. wiss. Zool. 1849.*
— *Mikroskopische Anatomie. Leipzig 1852.*
— *Epithel. Natur des Schmelzorganes. Gewebelehre. 1867.*
— *Handbuch der Gewebelehre des Menschen. 1893—1902.*
Kollmann, J., *Das Schmelzoberhäutchen und die Membr. praeform. Sitz.-Ber. d. K. Akad. d. Wiss. München. 1869. Ref. D. V. f. Z. 1869. No. 2.*
— *Interglobularräume in der Subst. eburnea und Hyperdentition. Ibidem. 1869.*
— *Linien im Schmelz und Zement der Zähne. Ibidem. 1871.*
— *Zahnbein, Schmelz und Zement. Z. f. wiss. Zool. 1873.*
v. Korff, K., *Histologie und Histogenese der Bindegewebe, bes. der Knochen und Dentingrundsubstanz. Ergeb. d. An. u. Entw. Bd 17.*
— *Entgegnung auf die v. Ebnersche Abhandlung „Ueber scheinbare und wirkliche Radiärfasern des Zahnbeines". A. Anz. Bd. 35.*
Korolkow, *Die Nervenendigungen in den Speicheldrüsen. A. Anz. Bd. 92.*
Krukenberg, A., *Beitrag zur Lehre von d. Röhrensystem d. Zähne u. Knochen. Z. 1850.*

Kulka, M., *Erwiderung auf Morgensterns „Falsche Bahnen für die Zementforschung". Oest. Z. f. Stomatol. 1908. No. 1.*
Lasöne, *Documents pour servir à l'hist. du dévelop. du follicule dentaire. 1752. Réf. Rev. trim. suisse. 1893. p. 195.*
Latham, V. A., *Resume of histol. of dental pulp. J. of Am. med. Assoc. Chicago. 1902.*
Lefert, P., *Aide mémoire d'histologie. Paris 1895.*
Lemercier, F. G., *Anat. iconograph. stratifiée. Structure de la dent humaine. Paris 1877.*
Lent, E., *Entwicklung des Zahnbeines und des Schmelzes. Z. f. wiss. Zool. 1855.*
Lepkowski, W., *Verteilung der Gefäße in den Zähnen des Menschen. An. Hefte. 1901.*
— *Beitrag zur Histol. des Dentins. A. Anz. 1992.*
Leser, E., *Histolog. Vorgänge an der Ossifikationsgrenze. Arch. f. klin. Ch. 1888.*
Lewis, M., *Essay on formation, structure and use of teeth. London 1772.*
Leydig, F., *Lehrbuch der Histologie der Menschen und der Tiere: Mund- und Rachenhöhle. Vgl. Abt. IX.*
Lind, *Die Innervierung des Zahnbeins u. die Entwickl. der Zähne. Odont. Bl. 1900.*
Ludwig, Ch. G., *De cortice dentium. Lipsiae 1753.*
Magitot, E., *Etude sur le dévelop. et la structure des dents humaines. Paris 1858 (Thèse).*
— et **Legros**, *Chronologie des follicules dent. chez l'homme. Congrès de Lyon 1893.*
— et **Robin**, *Genèse et dévep. des follicules dent. J. d'an. et Physiol. 1866.*
Malassez, L., *Ueber die Existenz epithel. Massen um die Wurzeln der Zähne etc. Rev. et Arch. suisses. T. 7. 1888. Ref. D. M. f. Z. 1889. No. 7. Orig.: Sur l'existence d'amas épithéliaux etc. Arch. de physiol. 1885. T. V.*
— *Laboratoire d'histol. du Collège de France. Paris 1885.*
— *Structure du gubern. dentis et la théorie paradentaire. Soc. de biologie. T. 5. 1888.*
Mankiewicz, L., *Beiträge zur Histologie des Unterkiefergelenkes. 1886.*
Masur, A., *Beitr. zur Histol. u. Entwickl. der Schmelzpulpa. An. Hefte. 1907. No. 105.*
Mayer, A., *Enamel of central incisor. Brit. J. of D. S. 1902. p. 252.*
Merdier, L. C., *Différence qui existe entre les dents et les os. Paris 1838.*
v. Metnitz, J., *Osteodentin, Vasodentin etc. Wiener Z. M. 1903.*
— *Ueber Dentinneubildung. D. M. f. Z. 1897. p. 507.*
Miller, W. D., *Density of teeth as influenced by food and admiss. of lime salt. Indep. Prect. 1886.*
— *Vorkommen von Eisen in den Zahngeweben. V. D. O. G. 1890.*
— *Transparenz d. Zahnbeines u. d. Wirkung von Säuren auf d. Schmelz. D. M. f. Z. 1903.*
— *Verkalk. Vorgänge in der Pulpa etc. D. Z. W. 1905.*
Morgenstern, M., *Untersuch. über den Ursprung der bleibenden Zähne. Leipzig 1885.*
— *Neue Untersuch. über d. Entwickl. d. Zahnbeines u. Schmelzes. D. M. f. Z. 1890. No. 12.*
— *Beitrag zur Histologie der Membrana eboris. Oest. V. f. Z. 1891. No. 3.*
— *Vorläufige Mitteil. über das Vorkommen von Nerven in den harten Zahnsubstanzen. D. M. f. Z. 1892. No. 10.*
— *Anteil der Blutgefäße bei der Zahnbeinbildung und die Nerven in der harten Zahnsubstanz. Ibidem. 1895. No. 6.*
— *Weiteres über das Vorkommen von Nerven etc. Ibidem. 1895. No. 3.*
— *Innervation des Zahnbeins. Arch. f. An. 1896.*
— *Beitrag zur Kenntnis der Nerven in den Zähnen. D. M. f. Z. 1896. No. 9.*
— *Zahnbeinbildung unter dem Einfluß funkt. Reize. Sch. V. f. Z. 1896. No. 4.*
— *Beitrag zur Histogenese der Interglobularräume. Ibidem. 1897. No. 1.*
— *Der gegenw. Standpunkt der Kenntnis der Zahnbeinnerven. Korr. f. Z. 1899. p. 132.*
— *Zur Widerleg. d. Gysischen Sensibil.-Theorie d. Zahnbeins. Sch. V. f. Z. 1901. No. 2.*
— *Histol. Basis f. d. Ern. u. Empf. in d. harten Zahnsubst. Ibidem. 1901. No. 3.*
— *Unters. über d. typ. Inhaltsbestandteile d. Dentinkanäle. Korr. f. Z. 1901. p. 174. 280.*
— *Projektionsvortr. über einige stritt. Fragen aus der Histolog. u. Entwickl. der Zähne. Ibidem. 1901. p. 326.*
— *Zur Abwehr gegen die Angriffe von Walkhoff. D. M. f. Z. 1902. H. 7.*
— *Ueber d. Nachweis von Fibrillen u. Fasern im norm. Schmelz. Ibidem. 1902. No. 9.*
— *Ueber die Unzuverlässigkeit der gebräuchl. Methoden zum Nachweise von Nerven etc. Korr. f. Z. 1902. p. 245.*
— *Einige überraschende zahnhistol. Tatsachen. D. M. f. Z. 1906. p. 615.*
— *Ueber die neuen Schmelzforschungen. Korr. f. Z. 1906.*
— *Untersuch. über d. kataphor. Vorgänge in d. Zahngeweben. Korr. f. Z. 1909. No. 2.*
Mühlreiter, E., *Beitr. zur Kenntnis d. Anordnung d. Dentinzellen. D. V. f. Z. 1868. No. 3.*
Mummery, J. H., *Some points in struct. and develop. of dentine. Phil. Transact. 1891. p. 527.*
Nasmyth, A., *On structure, physiol. and path. of the persistent capsul. invest. and pulp. London 1839.*
— *Observations on the teeth. 1835.*

Nasmyth, A., *Researches on the develop., struct. and diseases of the teeth. 1849.*
z. Nedden, A., *Struktur und Entwicklung der Gewebe etc. Uebers. aus D. Cosmos. 1862. No. 4. D. V. f. Z. 1863. No. 2.*
Neppe, S., *Rech. sur la structure et la genèse de l'ivoire. Soc. de méd. de Gand. 1884.*
Neumann, E., *Beitrag zur Kenntnis der normalen Zahnbein- und Knochengewebe (Zahnscheiden). Leipzig 1863.*
de Nolhac, G., *De la structure du tissu des dents etc. Paris 1840.*
Norman-Broomell, *Calcification of teeth. D. Cosmos. 1897.*
Noyes, F. B., *Struct. of perid. membrane. D. Review. 1897.*
Oudet, *Mikroskopische Studien über Zähne. Z. 1854.*
Owen, *Zement. Z. 1846.*
Pander, A., *De dentium structura. Petropolis 1856.*
Partsch, K., *Die von Weil beschrieb. Schicht unter d. Odontobl. D. M. f. Z. 1892. No. 8.*
Paul, F. T., *Nasmyth's membrane. D. Record. 1894. No. 12.*
— *Contrib. to histol. study of dentine. Brit. J. of D. S. 1899. p. 385.*
Peale, L. S., *The teeth. D. Cosmos. 1864.*
Pierce, C. N., *Calcific. and decalcification of teeth. D. Cosmos. 1884.*
Preiswerk, G., *Schmelzstruktur und Phylogenie. Korr. f. Z. 1895. p. 297.*
— *Einiges über die Schmelzstruktur. D. M. f. Z. 1900. No. 9.*
— *Demonstr. wissenschaftl. Präparate. Sch. V. f. Z. 1901. No. 3.*
— *Nachtrag zur Schmelzstruktur und Phylogenie. A. Anz. 1896.*
Purkinje, *De penetiori dentium humanor. structura observat. Vratislaviae 1835.*
Mc Quillen, J. H., *Microscopy of dent. tissues. Connecticut D. Ass. 1865.*
— *Interglobularräume im Dentin. D. Cosmos. 1866. No. 10.*
— *Sind die Dentinalfibrillen wirkliche Nervenfasern? Z. 1868.*
— *Calcification of the pulp. D. Cosmos. Vol. 10.*
— *Microscop. fissures on the surface of molars. D. Cosmos. Vol. 13. No. 6.*
Rainie, *Calcification. Brit. and foreign med. chir. Rev. 1857.*
Reich, P., *Irreguläres Dentin der Gebrauchsperiode. Jena 1907 u. Oest. V. f. Z. 1908. p. 83.*
Repp, *Zur Innervierung des Zahnbeins. W. Z. M. 1900. No. 12.*
Retzius, A., *Bemerk. über den inneren Bau der Zähne etc. Arch. f. An. Stockholm. 1837.*
— **G.**, *Biologische Untersuchungen. 1881—1903.*
Richter, A. V., *Verkalkung des Dentins. Oest. V. f. Z. 1903.*
Robertson, W. G. A., *On relation of nerves to odontobl. and growth of dentin. 1892.*
Robin et Magitot, *Mém. sur la genèse et le dével. des follic. dent. J. de physiol. 1860.*
Römer, O., *Zahnhistolog. Studie. 1. Die Köllikerschen Zahnbeinröhrchen und Tomesschen Fasern. 2. Nerven im Zahnbein. Freiburg 1899.*
— *Erbringung des Beweises, daß die Tomesschen Fasern identisch sind etc. D. M. f. Z. 1905. p. 695.*
— *Atlas der path.-anat. Veränderungen der Pulpa etc. Freiburg 1909.*
Röse, K., *Contrib. of histogeny and histiology of bony and dental tissues. D. Cosmos. 1893.*
— *Nervenendigungen in den Zähnen. D. M. f. Z. 1893. No. 2.*
— *Nichtexistenz der Weilschen Basalschicht der Odontobl. A. Anz. 1893. No. 8/9. Entgegnung auf die Erwiderung von Weil. D. M. f. Z. 1892. No. 4.*
— *Zur Histologie der Pulpa. D. M. f. Z. 1892. No. 2.*
— *Zur Histogenese und Histologie d. Knochen- und Zahngewebe. Z. W. 1893. No. 313.*
— *Schmelzlose Zahnrudimente des Menschen. V. D. O. G. 1892. No. 1/2.*
— *Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf den Bau der menschl. Zähne. D. M. f. Z. 1906.*
— *Ueber verschiedene Kapitel der Histologie etc. W. Z. M. 1903.*
Rudas, G., *Aus dem Gebiete des erkrankten und gesunden Zahnes. (Resorption und Interglobularräume.) Med. nat. Sektion d. Siebenb. Mus.-Ver. 1893. Bd. 15.*
— *Ueber mangelhafte Entwickl. der Zähne und Zahngewebe. Ibidem. 1893.*
— *Interglobularfelder und Körnerschicht. D. M. f. Z. 1901. No. 10.*
— *Beitrag zur Histologie des Schmelzes. Od. Bl. 1903. No. 13/14.*
— *Demonstr. von Präparaten von Zahn- und Knochenhistol. D. M. f. Z. 1904. No. 12.*
— *Beitrag zur Schmelzentwicklung. Stomatol. Közlöny. 1906. No. 6.*
— *Entwicklung der Schmelzprismen. D. M. f. Z. 1910. No. 4.*
Rygge, J., *Nerven in der Pulpa. Int. M. f. An. u. Phys. 1902. No. 5/6.*
— *Innervation of the pulp. D. Cosmos. 1903.*
Schaffer, J., *Verhalten fossiler Zähne in polar. Lichte. Ber. d. Akad. d. Wiss. Wien. 1890. Bd. 99. p. 146.*
— *Ueber Rouxsche Kanäle in menschlichen Zähnen. Ibid. p. 371.*
— *Knochen und Zähne. Enzykl. d. histol. Technik. 1902*
— *Neue Untersuchungsmethoden des Knochen- und Zahngewebes. Centralbl. f. Physiol. Bd. 15. p. 613. 1902.*

Schaffer, J., *Rohrkanäle in Knochen und Zähnen. A. Anz. 1895.*
Scheff, J., *Ueber rudimentäre Zähne. D. M. f. Z. 1888 und W. Med. Pr. 1887.*
Schlenker, M., *Verknöcherung der Zahnnerven etc. Leipzig 1883.*
— *Dentinneubildung. D. V. f. Z. 1875.*
Schmidt, L,, *Strukturverhältnisse von Zahnrudiment. D. M. f. Z. 1889. p. 106.*
Schreger, D., *Beitrag zur Geschichte der Zähne (Zahnschmelz und Knochensubstanz der Zähne). 1800.*
Schwann, Th., *Mikroskopische Untersuchung der Zähne. Berlin 1839.*
Siehler, Ch., *Notes on formation of dentine etc. Stud. Biol. Laborat. John Hopkins Univers. 1881.*
Smith, Hopewell A., *Beobacht. über d. zelligen El. der Pulpa. Brit. J. of D. Sc. 1893.*
— *Der Schmelz. D. Record. 1901. No. 7/8.*
— *Histologie der Kieferknochen. D. Cosmos. 1902. No. 6.*
— *Zellenelemente der Pulpa. Korr. f. Z. 1894. p. 76.*
— *Die Nasmyth sche Membran. Brit. J. of D. Soc. 1901 April.*
— *Histology and Pathohistology of teeth. London 1903.*
Smreker, E., *Darstell. d. Kittsubst. des Schmelzes menschl. Zähne. A. Anz. 1903. p. 467.*
— *Form der Schmelzprismen u. Kittsubst. d. Schmelzes. Arch. f. mikr. An. 1905. p. 312.*
Sommer, C., *Feinerer Bau des Zahngewebes. Z. W. 1887. No. 8. 12.*
— *Zur Histol. des Zahngewebes. Ibidem. 1892. No. 245. 261. 262.*
v. Spee, F., *Ueber die ersten Vorgänge der Ablagerung des Schmelzes. A. Anz. 1887.*
Steffenhagen, K., *und* **Clough, P. W.**, *Biolog. Untersuchungen der Knochen. Biol. Klin. Wochenschr. 1910. No. 46.*
Stowell, C. H., *Microscopic struct. of a hum. tooth etc. 1887.*
Strelzow, Z. J., *Histogenese der Knochen. Path. Inst. Zürich. Leipzig 1873.*
v. Stubenrauch, L., *Tafeln zur Anatomie und Histologie der Zähne. 1899.*
Studnička, F. K., *Die radial. Fibrillensyst. bei der Dentinentwickl. etc. A. Anz. 1907.*
— *Zur Lösung der Dentinfrage. A. Anz. Bd. 34.*
— *Ueber einige Modifik. des Epithelgewebcs. Böhm. Ges. d. Wiss. 1899.*
Sudduth, W. X., *Dental embryology and histology. In Litch American system of dentistry. 1887. Vide Abt. III.*
Szymonowicz, W., *Beitr. zur Histol. des Dentins. Anz. d. Akad. d. Wiss. 1895. No. 2. Vgl. auch Abt. II.*
Talbot, E. S., *Vasomotor system of the pulp. Int. D. J. 1904.*
— *Evolution of the pulp. J. of Am. med. Assoc. Chicago 1902.*
Talma, *Ueber Struktur der Zähne. Z. 1853.*
Thibault, E. M., *Des differ. qui existent entre les dents et les os. Paris 1843.*
Tomes, Ch., *Upon Röses propos. classific. of forms of dentine. A. Anz. 1898.*
— *Ueber Struktur und Entwickl. des vask. Dentins. D. V. f. Z. 1878. No. 2.*
— *Histology of teeth. Month. R. of D. Surg. 1880. No. 4.*
— *Notizen über Schmelz und Dentin. Korr. f. Z. 1896. p. 270.*
— *Notes on dentine and enamel. Trans. Od. Soc. 1896.*
— *A case of calcification of a pulp. Brit. J. D. Sc. 1896. No. 7.*
— *On vascular dentine. Phil. Transact. 1878.*
— *On Nasmyth's Membrane. Quart. J. micr. Sc. 1872.*
Tomes, J., *On the presence of soft fibrils in dentine. Phil. Trans. 1853.*
Underwood, A. S., *Aids to dental histology. London 1902.*
Walkhoff, O., *Beitr. z. Lehre v. d. Konturlinien u. Phys. d. Zahnbeins. D. M. f. Z. 1885.*
— *Mikr. Unters. über die path. Veränd. des Dentins. D. M. f. Z. 1885.*
— *Defekte d. harten Zahnsubstanzen ohne Erweichung. D. M. f. Z. 1886.*
— *Normale Entwicklung des Zahnbeins etc. D. M. f. Z. 1887. No. 7.*
— *Veränderungen der Gewebe, bes. des Knochengewebes etc. D. M. f. Z. 1890. p. 185.*
— *Neue Untersuchungen über Patho-Histologie des Zahnbeins. D. M. f. Z. 1892.*
— *Mikrophot. Atlas der normalen Histologie der menschlichen Zähne. Hagen 1894.*
— *Demonstrationen der normalen Histologie etc. D. M. f. Z. 1894. No. 5.*
— *Wesen und Entstehung von Entwicklungsfehlern in der Struktur etc. D. M. f. Z. 1895. p. 305.*
— *Mikrophot. Atlas der path. Histologie menschl. Zähne. Stuttgart 1897.*
— *Beitr. z. feineren Bau d. Schmelz. u. Entw. d. Zahnbeins. D. M. f. Z. 1898. No. 1—3*
— *Normale Histologie menschl. Zähne, einschl. der mikrosk. Technik. Leipzig 1901.*
— *Die Abwehr von Morgenstern. D. M. f. Z. 1902. No. 9.*
— *Die vermeintliche Kittsubstanz des Schmelzes. A. Anz. 1903. p. 467.*
— *Strittige Fragen über den Bau des Schmelzes. Wiener Z. M. 1903. No. 5.*
— *Beitrag zur Lehre von der Struktur des Schmelzes. D. M. f. Z. 1903. p. 625.*
— *Ergebnisse über die neueren Arbeiten der Schmetzstruktur. D. M. f. Z. 1904. p. 161.*
Wardroper, W., *Struktur der Zähne. Z. 1846.*

Warren, *Horny teeth. Quart. J. of micr. Sc. 1902.*
Wedl, C., *Gefäßknäuel im Zahnperiost. Virch. Arch. 1881. No. 1.*
Wedl, C., *Pathologie der Zähne. 2. Aufl. von Wunschheim. Leipzig 1901.*
Weil, L. A., *Erwiderung auf Röses Histologie der Pulpa. D. M. f. Z. 1892. No. 3.*
— *Zur Histologie der Pulpa. Ibid. 1887. No. 9. 1888. No. 1.*
— *Bemerk. zur Histologie der Pulpa etc. Oest. V. f. Z. 1891. No. 1.*
Welker, H., *Bemerk. z. Mikrographie (Spiralwind. d. Zahnröhrchen). Z. f. rat. Med. N. F. Bd. 8. 1857.*
Wenzel, E. F., *Untersuchungen über das Schmelzorgan etc. Leipzig 1867.*
— *Untersuchungen über Entwicklung der Zahnsubstanzen. Leipzig 1871.*
White, H., *Ueber Anatomie und Physiologie des Dentins. Z. 1854.*
Wildt, A., *Beitrag zur mikrosk. Anatomie der Speicheldrüsen. Bonn 1894.*
Williams, J. L., *On formation and struct. of enamel. D. Cosmos. 1897.*
— *On cert. disput. points of develop. and hist. of teeth. D. Cosmos. 1884.*
— *An epoch in dentistry (enamel tissue and caries). Items of J. 1897.*
Wilson, J. P., *Anat. and hist. of teeth etc. Ref. D. V. f. Z. 1874.*
Woodhead, S., *Calcification. Trans. Odontol. Soc. 1892.*
Zsigmondy, O., *Aufbau der Schmelzdecke an den Kauflächen der Backzähne. Oest. V. f. Z. 1897. No. 1.*
— *Beitrag zur Kenntnis der Entstehungsweise der hypoplastischen Schmelzdefekte. Worlds Col. Dent. Cong. Chicago. 1894.*
— *Verschiedene den Bau des Schmelzes betr. Fragen. Oest. Z. f. Stom. 1903.*
— *Entstehung der Fissuren in der Schmelzdecke der Prämolaren und Molaren. Oest. V. f. Z. 1903.*
Zuckerkandl, E., *Ueber rudimentäre Zähne. Med. Jahrb. 1885.*

V.
Mikroskopie.

Arndt, G., *Präzisionssäge zur Herstellung mikroskopischer Präparate harter Substanzen. Z. f. wiss. Mikr. 1901. No. 10.*
Beale, L. S., *Neue Meth., Zahngew. f. mikr. Unters. zu präp. A. of Dent. 1864. Vol. 3.*
Beigel, H., *Eine neue Untersuchungsmeth. d. anat. Zahnverhältn. B. kl. W. 1865. No. 47.*
Bödecker, C. F., *Eine neue Entkalkungsmethode für Gewebe, die wenig organische Substanz enthalten. Z. f. wiss. Mikr. 1905. p. 190.*
Busch, Fr., *Herst. v. Zahndurchschnitten u. Zahnschliffen. Oest. V. f. Z. 1886. No. 4.*
Chigwell, *Dehydratisation mikroskopischer Präparate. Ref. Od. Bl. 1896. No. 8.*
Choquet, J., *Traité techn. des prép. micr. à l'usage du dentiste. Paris 1895.*
Cutler, P. S., *Bearbeitung des Zahngewebes zu mikroskopischen Zwecken. Z. 1869.*
— *Mikr. Untersuch. der Zähne. D. Cosmos. 1866. No. 10—12. D. Regist. 1867. No. 10.*
— **S. B.**, *Mikroskopie der Zähne. D. Regist. 1868. No. 2—5.*
Daish, *Zahnärztliche Mikroskopie. Ref. Korr. f. Z. 1879. No. 3.*
Fleischmann, L., *Einfache Methode zur Darstellung der organischen Bestandteile des Schmelzes. Z. f. wiss. Mikr. 1908.*
Friedemann, *Herstellung von Serienschnitten durch die Pulpa. D. M. f. Z. 1902. No. 3.*
Gysi, A., *Demonstration von Zahnbeinschl. Schw. V. f. Z. 1900. No. 3.*
— *Präparat und Mikrophot. Ibid. 1892. No. 1.*
— *Neuere mikr. Objekte. Ibid. 1901.*
Haagen, A., *Hämatox.-Pikrinsäurefärbung für Zahnentw.-Präp. Z. W. 1896. No. 454.*
Hesse, F., *Demonstration mikroskopischer Präparate. D. M. f. Z. 1894. No. 5.*
Latimer, J. S., *Das Färben der Zahngewebe. Z. 1869.*
Miller, W. D., *Herstellung v. Abdrücken v. Serienschliffen. D. M. f. Z. 1897. No. 10.*
— *Demonstration einiger Kiefer- und Zahnpräparate. V. D. O. G. Bd. 7.*
— *Anatomische Präparate. D. M. f. Z. 1896. p. 104.*
— *Zahn- und Kieferpräparate. Oest. V. f. Z. 1901. No. 2.*
— *Herstellungsmethoden von Zahn- und Kieferpräparaten. Ibid. 1901. No. 4.*
Morgenstern, M., *Methode, Zahnschliffe herzustellen. D. M. f. Z. 1885. No. 2.*
Mummery, J. H., *Photomikrographie. Korr. f. Z. 1895. p. 178.*
— *Präpar. von Zahn- und Knochenschnitten. Ibid. 1890. p. 349.*
Partsch, K, *Entkalk. v. Knochen mit Trichloressigsäure. Ref. Ctbl. f. Path. 1894. No. 19.*
Röse, C., *Die v. Kochsche Versteinerungsmethode. A. Anz. 1892.*
Salge und Stölzner, *Neue Methode d. Anw. d. Silbers in d. Histol. Ref. Z. W. 1900.*
Schlenker, M., *Photogr. der Kiefermodelle und der Zähne. D. M. f. Z. 1899. No. 12.*
Smith, Hopewell, *Neue Methode des Präparierens von Zahn- und Knochenschnitten. Korr. f. Z. 1892. p. 76.*

Solger, B., *Demonstr. mit Goldchlorid impr. Zahnkanälchen. M. m. W. 1902. No. 37.*
Stevens, W. Ch., *Handbook of microtechnic. 1908.*
Underwood, A., *Goldchloridfärbung von Zahnschnitten. Korr. f. Z. 1886. p. 268.*
Walkhoff, *vide Abt. IV.*
Weil, L. A., *Methode z. Herstellung v. Zahn- u. Knochenschl. Z. f. wiss. Mikr. 1888.*
— *Bemerkungen zur Histologie der Pulpa, sowie zu der oben genannten Methode. Oest. V. f. Z. 1891. No. 1.*
Wellauer, F., *Ein Zahnschliff. D. M. f. Z. 1884. H. 3,*
Williams, J. L., *Benutz. u. Wert d. Mikrosk. in d. Zahnheilk. J. Brit. D. Ass. 1902. Vol. 1.*

VI.

Entwicklungsgeschichte der Zähne und der anderen Mundorgane, des Menschen einschließlich Phylogenie und Heredität.

Vgl. auch Abt. VII a—c.

Abbot, F., *Zähne des Unterkiefers bei der Geburt. D. M. f. Z. 1894. No. 1.*
Adloff, P., *Ueber die Ursachen der Rückbildung der seitlichen Schneidezähne und Weisheitszähne beim Menschen. D. M. f. Z. 1907. p. 364.*
— *Zur Entwicklung des Säuglingsgebisses. A. Anz. Bd. 26.*
— *Ueberreste einer prälaktealen Zahnreihe beim Menschen. Ibid. 1909. No. 11.*
— *Einige Besonderheit. d. menschl. Gebisses u. ihre stammesgesch. Bedeutung. D. M. f. Z. 1907. p. 364 u. Z. f. Morph. u. Anthr. 1907. No. 1.*
Atkinson, *Infiltr. v. Kalksalzen in d. Schmelz u. Durchbr. d. Zahnes. D. V. f. Z. 1866. No. 1.*
Baštýř, M., *Gibt es überz. Eckzähne? Sind die zentralen oberen Schneidezähne durch Verschmelzung von zwei kleinen Schneidez. entstanden? Oest. V. f. Z. 1899, No. 1.*
Bauchwitz, M., *Entartung der Kiefer des menschlichen Geschlechts. (Uebers. a. d. Engl. von Talbot.) 1898.*
Baume, R., *Odont. Forsch. Bd. 1. Versuch einer Entwicklungsgeschichte des Gebisses. Leipzig 1882.*
Becker, A., *Sopra la natura e la conform. dei denti. Roma 1750.*
Berten, J., *Dem. mikr. Präp. über die Entwickl. d. Zahnes. Ref. Oest. V. f. Z. 1896. No. 3.*
— *Stehenbleiben des Milchzahnes und seine Bedeutung. Korr. f. Z. 1900. p. 338.*
Bichat, X., *Besond. Erschein. der Entwickl. der Zähne. Leipzig 1830.*
Blandin, Ph. F., *Ueber Entwicklung der Zähne (Odontogenie). Z. 1848.*
Blatin, H., *Du mode de l'accroiss. d. dents etc. Paris 1839.*
Brunique, J., *Beob. b. Wuchs und Absorption d. Alveolarprozesses. D. Cosmos. 1886.*
v. Brunn, A., *Beitr. z. Kenntnis d. Zahnentwicklung. Arch. f. mikr. A. 1891. No. 1.*
Burdach, *Zähne beim Fötus. Wochenschr. f. ges. Heilk. 1843.*
Calembrun, M., *Ursprung und Bildung der Zähne. Korr. f. Z. 1883. p. 14. 105.*
Carpenter, G. T., *Reproduction of gum tissue. Dent. Rev. 1897.*
— *and* **Pedley**, *Primary dentition in its relations to rickets. Lancet. 1892.*
Chase, H., *Ererbte Einflüsse auf Zähne. D. Register 1867.*
Debierre, Ch., *Sur le développ. etc. sur l'angle de la mâchoire inf. 1887.*
— *et* **Pravaz, J.**, *Contribution à l'odontogénie. Arch. de physiol. 1886.*
Dependorf, Th., *Allgemeines zur Phylogenie des Zahnsystems. Z. W. 1898 u. 1899.*
Devant, A., *Essai sur la nature et la form. d. dents. Paris 1826.*
Dursey, E., *Entwicklungsgeschichte des Kopfes. 1869.*
Duval, *Atlas d'embryologie. 1888.*
Eckermann, R., *Das Eckzahnproblem u. d. Prämolarenwandung. D. M. f. Z. 1908. No. 12.*
Engel, J., *Einfluß der Zahnbildung auf das Kiefergerüst. Z. 49.*
— *Bemerk. über d. Entwickl. d. Schädel- u. Gesichtsknochen etc. Sitz.-Ber. d. naturwiss. Klasse d. K. Akad. d. Wiss. 1854. p. 558.*
— *Die Schädelform in ihrer Entwicklung von der Geburt bis in das Alter (Kiefer, Zähne). V. f. d. prakt. Heilk. 1863—64.*
Esch, F., *Ueber apposit. Knochenwachstum. Marburg 1874.*
Falkson, R., *Beitrag zur Entwicklung der Zahnanlage. 1878.*
Fenchel, A., *D. mechan. Ursachen d. Entw. d. Zähne etc. Z. W. 1895. No. 431/432.*
— *Einfluß d. Erblichkeit erw. Eigenschaften auf d. menschliche Gebiß. D. M. f. Z. 1895.*
Fischer, E., *Zur Frage der Kinnbildung nach Walkhoffs Theorie. D. M. f. Z. 1905; A. Anz. 1904.*
— **Guido**, *Bau und Entwicklung der Mundhöhle des Menschen. Leipzig 1909.*
Flourens, *Recherches sur le developpement des os et des dents. 1841.*

Ford, Coryd. L., *Questions on struct. and development of human teeth. 1885.*
Fürst, J., *Kurze Darstellung der Entwicklung der Zähne. Od. Bl. 1901/02- No. 14.*
Garrould, W. R., *Ein. Bem. über Entwickl. etc. d. Oberkiefers. Brit. J. D. Sc. 1891.*
Gibson, J., *Ursprung und Entwicklung der menschlichen Zähne. Z. 1846.*
Grevers, *Verh. d. Zahnbog. d. Milchgeb. zu d. d. bleibenden. Z. f. Orth. 1908. No. 7, 8, 9.*
Guilland, N., *Research. on origin and devel. of teeth and jaws.*
Guillot, N., *Untersuchungen über die Entwicklung der Zähne. Z. 1846.*
— *Genèse et évolut. des dents et des mâch. 1858.*
Gysi, A., *Schnitt eines Schneidezahnes (Milchzahnfollikel). Sch. V. f. Z. 1896. No. 1.*
Haidle, *Absorpt. of roots of temp. teeth. D. Regist. 1896. No. 8.*
Hamer, A. A. H., *Resorption der Milchzahnwurzeln. Ref. Oest. V. f. Z. 1891. No. 4.*
v. Hansemann, *Bedeut. der Ossicula dent. f. d. Kinnbildung. Z. f. Ethn. 1909.*
Harding, G. H., *Vorg. d. Absorption in Knochen- u. Zahnstruktur. Korr. f. Z. 1879. p. 50.*
Heitzmann, C., *and* **Bödecker**, *Contrib. to history of devel. of teeth. Indep. Practitioner. 1887/88. Ref. D. M. f. Z. 1890. No. 2.*
— *Earliest develop. of lower jaw-bone. D. Cosmos. 1895. No. 8.*
Hele, *Struktur und Entwickl. der überzähligen Zähne. Brit. J. D. Sc. 1863.*
Herber, K., *Die Lehre von der Vererbung in ihrer letzten Konsequenz auf Kiefer und Zähne des Menschen. Sammlung Pfaff. Leipzig 1910.*
Hertwig, O., *Bedeut. f. d. Genese d. Skelettes d. Mundhöhle. Arch. f. mikr. An. 1874.*
Hesse, F., *Wurzelwachstum der Zähne. D. M. f. Z. 1898. No. 8.*
Hiltzenhauser, L., *Erbl. Kiefermißbild. u. Zahnungsverspät. Oest. V. f. Z. 1904. p. 113.*
Houze, E., *Pourquoi et comment perdons-nous la 3me molaire? Bull. Soc. royale d. Sc. méd. et natur. Bruxelles 1903.*
Howard, W. H., *Absorption der Maxillarknochen. Z. 1869.*
Humphrey, G. M., *Wachstum der Kieferknochen. Brit. J. D. Sc. 1864. No. 9.*
Huxley, F. H., *Develop. of teeth. Quart. J. micr. Sc. 1853.*
Jamin, A., *Des changem. qui s'opèrent dans les os max. pendant la 1re dentition. Paris 1840.*
Jodliczka, J. P., *De evol. et regress. org. humani in genere et de dentitione in specie. Vindobonae 1817.*
Jourdain, *Essai s. la formation d. dents. Paris 1764.*
Kober, J. J., *De dentibus etc. Basileae 1770.*
Kollmann, J., *Entwickl. d. Milch- u. Ersatzzähne beim Menschen. Z. f. wiss. Zool. 1870.*
— *Entwicklung der Zähne. Tagebl. d. 41. Vers. d. Naturf. u. Aerzte. 1867.*
— *Beitr. zur Entwicklungsgesch. d. Menschen (Os intermax. u. Nase). Z. f. Biol. 1868. Bd. 4.*
Kölliker, A., *Die normale Resorption des Knochengewebes etc. Leipzig 1873.*
v. Kozikowski, C., *Die hohe Bedeutung der Milchzähne für die Entwicklung der bleibenden beim Menschen. 1888.*
Lademore, E. J., *Degeneracy of hum. teeth. Brit. J. D. Sc. 1903.*
Latham, V. A., *Formen und Ursprung der Zähne. Ref. Korr. f. Z. 1889. No. 1.*
Leche, W., *Den morfologiska betydelsen af fjärde molaren etc. Stockholm 1908.*
Lenhardtson, A., *Deutet der 4. Molar auf progress. Entwicklung oder Atavismus? Svensk Tandläkare Tids. 1908.*
Levi, R., *Entwicklung der Weisheitszähne. D. Rec. 1889. No. 10.*
Lieberkühn, A., *Wachstum und Resorption der Knochen. Marburg 1867.*
— *Ueber Knochenwachstum. Arch. f. An. Phys. und Med. 1864.*
— *Zur Lehre vom Knochenwachstum. Ges. z. Bef. d. ges. Naturwiss. 1872.*
Luschka, H., *Entwicklungsgeschichte der Gelenke (Unterkiefergelenk). Arch. f. An. Phys. u. Med. 1855.*
Magitot, *Détermination de l'âge chez l'embryon et le nouveau-né. Acad. de sc. Paris 1874—1888.*
— *Sur le dévelop. et la struct. des dents hum. Paris 1858.*
Mårer, J., *Intrauterine Zahnentwicklung. Allg. Med. Wien. Z. 1903.*
Martini, L., *Denti decidui e denti permanenti. 1886.*
v. Metnitz, J., *Das Schwinden d. Milchzahnwurzel. Wien 1888 u. Oest. V. f. Z. 1889. No. 1.*
Metz, *Zähne bei der Geburt. 1889.*
Moon, H., *Unregelmäßige und mangelhafte Zahnentwicklung. Transact. of Od. Soc. 1877. No. 5. Ref. Korr. f. Z. 1878.*
Morgenstern, M., *Unters. über den Ursprung d. bleib. Zähne. D. M. f. Z. 1884. No. 9.*
— *Entwicklungsgeschichte der Zähne. 1890. (In Scheffs Handb. d. Zahnheilk. 1. Aufl.)*
Mummery, J. H., *Unters. Röses über Entwickl. d. Zähne. Korr. f. Z. 1893. p. 359.*
Osborn, H. F., *History and homologies of human molar cusp. A. Anz. 1892.*
Oudet, E., *Ursprung der Zahnfollikel. Z. 1853.*
Pierce, C. N., *Entwicklung der Zähne. D. Cosmos. 1877. No. 8.*
Pflüger, *Zur Entwicklungsgeschichte der Zähne. D. V. f. Z. 1867. No. 3.*

Pölzl, A., *Zur Entwicklungeschichte des menschlichen Gaumens. A. Hefte.*
Powell, T. E., *Einfluß der Sexualität auf Entwickl. der Zähne. D. Rev. 1902. No. 4.*
Mc Quillen, J. H., *Erbfehler u. ererbte Unregelmäßigk. d. Zähne. D. V. f. Z. 1871.*
Recker, *Entwicklung und Formveränderung der menschl. Mahlzähne. Natur. 1893.*
Reichert, M., *Beitrag zur Entwicklung der Zahnanlage. Berlin 1869.*
Robin, P., *De l'odontoptose radic. Rev. de stom. 1905.*
Rogers, W., *Entwickl. der Kinnlade und der Zähne. Z. 1849.*
Rost, *Vers. einer Phylogenie des Gebisses. Jena 1883.*
Röse, K., *Entwicklung der Zähne des Menschen. Sch. V. f. Z. 1892. No. 4.*
— *Entwickl. und Formabänderungen der menschl. Molaren. A. Anz. 1892. No. 13/14.*
— *Entwicklung der Zähne des Menschen. Arch. f. mikr. An. 1891. p. 447.*
— *Schmelzlose Zahnrudimente des Menschen. V. D. O. G. 1892.*
— *Ueber die erste Anlage der Zahnleiste beim Menschen. A. Anz. 1893. No. 1.*
— *Ueber Verwachs. der retin. Zähne mit dem Knochen. A. Anz. 1893. p. 81.*
— *Ueberreste einer vorzeit. prälakteal. und einer vierten Zahnreihe beim Menschen. Oest. V. f. Z. 1895. No. 2.*
— *Entstehung und Formabänderung der menschl. Molaren. A. Anz. No. 13/14. 1892.*
— *Entwicklung des menschl. Gebisses. V. D. O. G. Bd. 3. p. 79.*
— *Modelle zur Demonstr. der Entwickl. der Zähne des Menschen. V. D. O. G. Bd. 4. p. 16.*
Ryder, J., *Mechanical genesis of tooth forms. Acad. of nat. Sc. of Philad. 1878.*
— *Further notes on mechan. genesis etc. Ibidem. 1879.*
Saunders, E., *Teeth propos. as a testimony of ages of children etc. London 1838.*
Schaffer, J., *Verknöcherung des Unterkiefers etc. A. Anz. 1888. p. 266.*
Schäffer-Stuckert, *Unsere heutige Kenntnis von d. Entwickl. d. Zähne. D. M. f. Z. 1899.*
Schenk, F., *Die erste Anlage des Unterkiefers u. der Alveolen. Oest. V. f. Z. 1896. No. 4.*
Seiffert, *Embryonalhaut und Zahnbildung. D. V. f. Z. 1869. No. 4.*
Sigmund, C., *Verspätung des Zahnbildungsprozesses. D. V. f. Z. 1875.*
— *Die gemeins. Bildungsquelle d. einzelnen Teile d. Zahnapparates. Ibidem. 1864. No. 1.*
Steinberger, *Heitzmanns Bioplasson-Theorie. D. M. f. Z. 1883. No. 4.*
Struiken, H., *Resorption der Milchzähne und der Odontoblasten. Centralbl. f. med. Wiss. 1890. Ref. D. M. f. Z. 1891.*
Sutton, J. B., *Developm. of lower jaw. D. Cosmos. 1882.*
Thomson, *Evolution of the complex molar from the simple cone. Nat. D. Ass. Philad. July 1900.*
Thompson, A. H., *Entwicklung der Prämolaren. D. Digest. 1901. No. 11.*
— *Phylogeny of fifth tubercle of lower 2. molar of man. D. M. f. Z. 1900. No. 12.*
— *Stammbaum des mittleren Schneidezahnes. D. M. f. Z. 1894. No. 1.*
— *Develop. of central incisor. Congr. Chicago. 1893.*
— *Heredity and developm. of teeth. D. Cosmos. 1885.*
Thon, *Verschiedene Abweichungen des menschl. Kiefers und der Zähne. 1841.*
Toldt, C., *Die Ossicula dentalia und ihre Bedeutung für die Entwicklung des Kinnes. K. Akad. d. Wiss. Wien. 1905.*
Tomes, C. S., *Wachstum der Kiefer. Korr. f. Z. 1892. p. 258.*
— *Arrest of develop. of teeth. Brit. J. of D. Sc. 1886.*
— *Developm. of teeth. Quart. J. of micr. Sc. 1874.*
— **J.**, *Einschießen und Hervorbrech. der Zähne und Entwicklung der Kiefer. Z. 1846.*
— *and* **de Morgan**, *Developm. of bone. Phil. Transact. 1853.*
Treuenfels, P., *Mikrosk. Unters. üb. d. Resorption d. Milchzähne. D. M. f. Z. 1901. No. 5.*
Waldeyer, W., *Bau- und Entwicklung der Zähne in Strickers Handb. der Lehre von den Geweben. 1871.*
— *De dentium evolutione commentatio. Vratisl. 1864.*
— *Untersuch. über die Entwicklung der Zähne. Königsb. Med. Jahrb. 1864. Ref. D. V. f. Z. 1866. No. 3.*
Walkhoff, J., *Der menschliche Unterkiefer im Licht der Entwicklungsmechanik. D. M. f. Z. 1900. No. 12.*
— *Die heutige Theorie der Kinnbildung. D. M. f. Z. 1905. p. 580.*
— *Gegenkritik des Weidenreichschen Artikels. D. M. f. Z. 1906. p. 118.*
Watson, S. K., *Absorption der Milchzahnwurzeln. Z. 1862.*
Wedl, C., *Entgegnung. D. V. f. Z. 1873. No. 2.*
Weidenreich, F., *Walkhoffs Theorie der Kinnbildung. D. M. f. Z. 1905. p. 747.*
— *Die Bildung des Kinnes etc. A. Anz. 1904.*
— *Zur Kinnbildung beim Menschen. Ibidem.*
Weil, L., *Entwickl. des Embryo und Entwickl. der Zähne. D. M. f. Z. 1887. No. 3.*
Weiss, F., *Vererbung von Zahnbildungen. Korr. f. Z. 1890. p. 263.*
— *Verzögerter Durchbruch und Aussterben der Weisheitszähne. D. V. f. Z. 1877. p. 377.*
Williams, J. L., *Embryology with spec. ref. to dev. of teeth etc. D. Cosmos. 1884.*

***Windle** and **Humphrey**, Man's lost incisors. J. of. An. a. Phys. 1887.*
***Witthaus, C.**, Vererbung erworbener Eigenschaften etc. auf das menschl. Gebiß. Ref. D. M. f. Z. 1894. No. 10.*
***Witzel, K.**, Entwickl. der Kiefer u. Zähne beim Menschen. Berlin 1908 (vide Abt. III).*
***Wolff, Jul.**, Zur Knochenwachstumsfrage. Arch. f. path. An. 1874.*
***Wolff, Jul.**, Einige Bemerkungen über obiges Thema. Ibidem. 1875.*
— Zweiter Beitrag hierzu. Ibidem. 1888.
— Ueber das Wachstum des Unterkiefers. Virch. Arch. 1889.
***Zsigmondy, O.**, Veränderungen d. Zahnbogen bei d. 2. Dent. Arch. f. An. u. Phys. 1890.*
***Zuckerkandl, E.**, Das epith. Rudiment eines vierten Mahlzahnes beim Menschen. Ref. Oest. V. f. Z. 1893. No. 1.*

VII.

Dentition.

a) Erste und zweite Dentition.

(Vgl. auch Abteilung VI.)

***Adloff, P.**, Der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse von den Dentitionen. D. M. f. Z. 1899. No. 10.*
— Zur Theorie des Mechanismus des Zahnwechsels. Oest. V. f. Z. 1904. p. 581.
***Albarran, J.**, Dével. des dents de 2e dentition. Rev. odont. 1888. p. 67.*
***Albrecht**, Dentition. Eulenb. Real Enzykl. Wien 1882. Bd. 4.*
***Balkwill, F. H.**, Testimony of teeth of man etc. and doctrine of evolution. 1890.*
***Baume, R.**, Durchbruch der Zähne. D. V. f. Z. 1873. No. 1. Vgl. auch Abt. III.*
***Becker, A. C.**, Dentition. New York 1848.*
***Berten, J.**, Chronolog. Reihenfolge d. Durchbr. d. bleib. Zähne. D. M. f. Z. 1895. No. 6.*
— Mechanismus des Zahndurchbruches. D. z. W. 1900. No. 129.
***Bertrand, L. E.**, De la chute naturelle des dents. Paris 1838.*
***Besson, J.**, Eruption d. dents tempor. D. M. f. Z. 1900. No. 5.*
***Blank, J.**, Einfluß des Durchbr. d. Milchzähne auf den Organismus. D. M. f. Z. 1906.*
***Blot**, Eruption d. dents à la naissauce. Bull. de thérap. 1874.*
***Boggio, P.**, Dentizione perman. ecc. Stomatol. 1903.*
***Bonwill**, Beweise gegen die Evolutionstheorie. D. M. f. Z. 1894. No. 1.*
***Bouchet, J. E.**, De la dentition. Paris 1840.*
***Braun, G. M.**, De dentitione prima. Monachii 1833.*
***Brunner, A. A.**, Der Hervorbruch der Milchzähne. Wien 1771.*
***Buchheim, Ch. F.**, De dentitione. Lipsiae 1810.*
***Cartwright, S.**, Unters. über die Reihenfolge des Durchbruches. Brit. J. D. Sc. 1857.*
***Cohen, S. F.**, Quaedum de dentitione. Groningae 1866.*
***Comby, J.**, La première dentit. etc. Arch. gén. de méd. Paris. 1888.*
***Constant, T. E.**, Eruption des dents. Ref. D. M. f. Z. 1900. p. 426.*
— Cause mécan. de l'éruption. J. Br. D. Ass. 1896. Nov.
***Daudy, P. L. S.**, Réflect. succint. sur les dents et la dentition. Limoges 1822.*
***Delabarre, C. F.**, Traité de la 2e dentit. etc. Paris 1819.*
— A treatise of second dentition. Baltimore 1845.
***Dietlein, W.**, Ueber Zahnwechsel und verw. Fragen. A. A. 1895.*
— Neue Beiträge zum Zahnwechsel. Oest. V. f. Z. 1895. No. 2.
***Eichler, M.**, Dentition. In Scheffs Handb. d. Zhk. 1909.*
***Fiedler, O.**, Die erste Zahnung. Diss. Halle. 1891.*
***Fischer, Guido**, Beitrag zum Durchbruch d. bleib. Zähne etc. An. Hefte. 1909. H. 3.*
***Fleischmann, L.**, Der erste Zahndurchbruch des Kindes. Wien 1877.*
***Gallette, J. F.**, Animadversiones quaedam de secunda dentitione. Mogunt. 1827.*
— Kurzgefaßte Belehrungen über das 1. und 2. Zahnen. Mainz 1830.
***Gaultron de la Bate, F.**, De la première dentition etc. Paris 1869.*
***Gutheim, C.**, Untersuch. über die Vorgänge beim Zahnwechsel. Gießen 1871.*
***Gutmann, A.**, Durchbruch der Weisheitszähne. V. D. O. G. Bd. 3. p. 292.*
***Heinrich, L. G. G.**, De dentitione. Berolini 1865.*
***Kallhardt, H.**, Beitrag zum Durchbruch der bleib. Zähne. Oest. V. f. Z. 1904. No. 1/2.*
***Kauffmann, M.**, La première dentition. Rev. odontother. 1861. No. 1.*
***Kehrer, F. A.**, Ueber die Vorgänge beim Zahnwechsel. Zbl. f. med. Wiss. 1867.*
— Einschmelzung der Milchzahnwurzeln bei der 2. Dent. Ibidem. 1870. No. 45.
***Kemmling, Th.**, De dentitione. Berolini 1839.*
***Kransold, J. E.**, De dentitione infantum. Jenae 1678.*
***Kükenthal, W.**, Zur Dentitionsfrage. A. Anz. 1895.*

Leche, W., *Zur Dentitionsfrage. Ibidem. 1896.*
de Lészai, D., *De dentit. prima et secunda etc. Vindobonae 1829.*
Leveillé, *Verhältnis der Zähne der 2. Dent. zur ersten etc. Z. 1846.*
Lorenz, V., *Animadversiones quaedam ad dentitionem. Rostochii 1799.*
Maclean, M., *Treatise on progress and shedding of human teeth etc. London 1836.*
Manara, G., *Sulla dentizione. Stomatol. 1902.*
May, F. A. G., *De evolutione dent. humanor. Berolini 1833.*
Michalski, L., *Etude sur la 1re dentition. Paris 1872.*
Miel, E. M., *Quelques idées s. le rapp. des deux dentitions etc. Paris 1811.*
Millon, R., *Die Dentition bei den Kindern. Z. W. 1898.*
Monti, A., *Ueber Dentition. Allg. med. Zentral-Z. 1888. No. 46/48.*
Müller, A. A., *De dentitione prima. Berolini 1828.*
Oltramare, *Descr. method. de la dentit. hum. Genève 1889.*
Patenotre, L., *De la dentition. Paris 1838.*
Quinby, H. C., *On dentition etc. Liverpool 1864.*
Redin, J., *De la chute physiol. des dents de lait. Progr. dent. 1883.*
Reichert, K. B., *Durchbruch der bleibenden Zähne. Arch. f. An. etc. 1870.*
Richardson, B. W., *On dentition. Arch. of Dentistry. 1865. No. 10.*
Robin, P., *Rôle de la mastic. et du sac foll. dans l'ascens. des dents. Paris 1899.*
— *Die Rolle des Kauaktes und des Follikelsackes beim Durchbruch der Zähne. Deutsch von Greve. Leipzig 1901.*
Röse, C., *Die mittlere Durchbruchszeit d. bleib. Zähne d. Menschen. D. M. f. Z. 1909. No. 8.*
Rosset, M. A., *Sur la dentition. Paris 1804.*
Rousseau, L. F. E., *Diss. sur la 1re et 2e dentition. Paris 1820.*
Schwalbe, G., *Ueber Theorien der Dentition. A. Anz. 1894.*
Seigneur, B., *La dentition pendant les deux prem. années. Paris 1888.*
Smith, J. L., *Durchschnittszeit der Erscheinung der Milchzähne. Z. W. 1898.*
Sternschuss, A., *De dentitione. Jenae 1860.*
Streitlein, J. D., *De dentitione. Altdorfi 1688.*
Teschen, W., *Das Zahnen. Z. W. 1901.*
Ungebauer, J. A., *De dentitione secunda juniorum. Lipsiae 1738.*
Verkonleren, M. J., *Amimadversiones circa dentitionem. Lugduni 1843.*
Waldeyer, G., *De dentium evolutione commentatio. Vratislaviae 1864.*
Wallisch, W., *Der Durchbruch der Zähne. Oest. V. f. Z. 1900. No. 2.*
Webster, J. O., *Feething of children. Bost. med. and surg. J. 1874.*
Werner, C. F., *De dentitione. Berolini 1825.*
Widdososon, *Bem. über Zahnheilk. Brit. J. D. Sc. 1907. No. 9. (Durchbr. d. Zähne.)*
Wienecke, J. F. L., *De dentitione secunda. Gottingae 1830.*

b) Dentitio tertia.

Albarran, *Troisième dentition. Bull. Soc. An. 1887.*
Antal, J., *Ein Fall von Hyperdentition. W. m. W. Ref. Oest. V. f. Z. 1901. No. 3.*
Bertheaux, *Zwei Fälle von III. Dentition. Rev. odont. 1860. No. 10.*
Busch, F., *Ueber- und Unterzahl der Zähne mit Einschluß der sogen. Dentitio tertia. D. M. f. Z. 1886/87.*
Carre, M., *Ein Fall von dritter Dentition. Cosmos. 1860. No. 12.*
Dodge, J. K., *Dritte Dentition. D. Cosmos. 1869. No. 4.*
Galer, J. B., *Third dentition. D. Cosmos. 1880.*
Gehler, J. C., *Observationes quaedam de dentitione tertia. Lipsiae 1786.*
Geisselbrecht, *Zahnmißbildung und dritte Dentition. D. V. f. Z. 1882. No. 3.*
Graves, *Fälle von drittem Zahnen. Z. 1847. p. 348.*
de Gumbleton-Daunt, R., *Dritte Dentition. D. Cosmos. 1865. IV.*
Harris, Ch. A., *Drittes Zahnen. (Aus „Principl. of dentistry".) Korr. f. Z. 1877. p. 221.*
Hess, B., *Dritte Dentition. D. Cosmos. 1872. No. 7.*
Kersting, *Ein Fall von 3. Dentition, d. Röntgenaufn. nachgewies. Oest. V. f. Z. 1904. p. 637.*
Launois et **Broca**, *Troisième dentition. J. d'anat. 1896.*
Mantegazza, *Il terzo molare nelle razze umane. Arch. per l'antropol. e l'etnolog. 1878.*
Mazzotii, L., *Ein Fall dritten Zahnens. Korr. f. Z. 1881. p. 197.*
Mebes, A., *Ist eine dritte Dentition möglich und erklärlich? Z. W. 1895.*
Montigel, F., *Ueber zwei Fälle seltener Dentitionsanomalien. (3. Dentition.) D. M. f. Z. 1888. p. 464.*
— *Eine seltene Dentitionanomalie. Schw. V. f. Z. 1898. p. 180.*
Neudörfer, J., *Tertiäre senile Dentition. Z. f. Chir. 1886. No. 1.*
Nicolai, *Dritte Dentition. Korr. f. Z. 1883. p. 239.*

Palmer, *Third set of teeth. Ohio D. J. 1896 und International 1897. No. 8.*
Pandazis, *Eine dreimalige Zahnung, Grèce méd. 1902. No. 17.*
Roberts, W. A., *Fälle von vermeintlicher dritter Zahnung. Z. 1858.*
Scheff, J., *Ueber die sog. dritte Dentition. W. med. Pr. 1874. XV u. 1875. XVI.*
Shadoan, W. H., *Seltsame Erscheinung an menschlichen Zähnen. D. Reg. 1862. No. 9.*
Smith, J., *Ueber Fälle von vermeintlicher dritter Dentition. Z. 1858.*
Wells, R. S., *Ein Fall von dritter Dentition. D. Cosmos. 1869. No. 1.*

c) Allgemeine Dentitionsanomalien (soweit dieselben die vergleichende Anatomie betreffen).

Adloff, P., *Formveränd. v. Zähnen infolge mechan. Einflüsse. D. M. f. Z. 1907. No. 2.*
— *Ueberzählige Zähne im menschlichen Gebiß. Ibid. 1907. p. 612.*
— *Noch einiges zur Frage nach der Beurteilung überzähliger Zähne. Ibid. 1901. p. 419.*
— *Ueberzählige Zähne und ihre Bedeutung. Ibid. 1901. No. 5. p. 219.*
Albrecht, *Ueber 6 schneidezähn. Gebisse b. normal. Menschen. Ctbl. f. Chir. 1885. No. 24.*
Amadei, *Anomalien der Zahl der Zähne und die sie begleitenden Schädelanomalien beim Menschen. Virch. Arch. Bd. 94. 1883. No. 2.*
Bateson, H. M. A., *On numerical variations in teeth etc. Proc. of Zool. Soc. London. 1892. Febr.*
Baudouin, M., *Les anomalies dentaires dans l'histoire. Gaz. méd. Paris 1901.*
Berten, *Ueber das Stehenbleiben der Milchzähne. Oest. V. f. Z. 1896. No. 3 und D. z. W. 1900/01.*
Black, G. V., *Supernumerary teeth. D. Summary. 1909. No. 2.*
Blot, *Eruption des dents à la naissance. Bull. Soc. chirurg. Paris. 1868.*
Brandt, L., *Vollständiges Fehlen der bleibenden Zähne. D. M. f. Z. 1895. No. 3.*
Brunsmann, *Ueberzahl der Schneidezähne im Oberkiefer. D. V. f. Z. 1888. No. 6.*
— *Ueberzählige Zähne und deren Bedeutung. D. M. f. Z. 1901. No. 6.*
Busch, F., *Ueberzahl u. Unterzahl in d. Z. d. menschl. Gebisses. D. M. f. Z. 1886. No. 12.*
— *Verschmelz. u. Verwachs. d. Zähne d. Milch- u. bleibenden Gebisses. D. M. f. Z. 1897. No. 11.*
Catching, *Zahnbildungen (5. Dentition). South. D. Assoc. 1887.*
Christ, *37 bleibende Zähne in einem Munde. D. M. f. Z. 1898. No. 1.*
Curtis, L., *A litter of supernumerary teeth. 1897.*
Dependorf, Ph., *Die Unterzahl der Zähne im menschlichen Gebiß und ihre Bedeutung. Oest. V. f. Z. 1907. p. 68.*
Detzner, *Stehengebliebene Milchzähne. D. V. f. Z. 1875. No. 1.*
Elliot, G. L., *Kinder, welche mit Zähnen auf die Welt kommen. D. Cosmos. 1862. No. 12 und New York. D. J. 1863. No. 3.*
Epstein, A., *Ueber Dentitio praecox. W. m. W. 1885. No. 45.*
Fischer, Guido, *Retention der Milchmolaren etc. D. M. f. Z. 1908. No. 6.*
Flint, D. W., *Verlust von Zähnen in der Kindheit etc. D. Cosmos. 1907. No. 11.*
Fox, B., *Stehenbleiben von Milchzähnen. D. V. f. Z. 1867. No. 1.*
— *Ein Gebiß mit 4 Augenzähnen. Brit. J. D. Sc. 1864.*
— **Ch. J.**, *Zahndurchbruch vor der Geburt. Brit. J. D. Sc. 1861. No. 5.*
Fricke, D., *Beitr. zu d. Ersch. d. verspät. Durchbr d. bleib. Zähne. D. V. f. Z. 1868.*
Galippe, *Etudes sur l'hérédité des anomalies etc. Rev. de stom. Paris. 1908.*
Godon, M. Ch., *Chute prématurée de dents temp. Odontol. 1886. No. 9.*
Grossheintz, *Retinierte Milchzähne. Schw. V. f. Z. 1900. No. 1. p. 23.*
Guttmann, *Retention fast aller bleibenden Zähne. D. M. f. Z. 1900. No. 1.*
Gwinner, J. F., *Ein überzähl. Bicuspis. Ref. Korr. f. Z. 1898. p. 92.*
Haymann, Ch. A., *The early loss of teeth. Brit. D. J. 1907. No. 20.*
Harrison, *2 Fälle von gut ausgebild. dritten Bikuspidaten. D. V. f. Z. 1869. No. 1.*
Hengst, A., *Vorzeitige Dentition. Med. and surg. Rep. 1883.*
Holbrock, W. D., *Das Ausdauern von Milchzähnen. D. Cosmos. 1872. No. 2.*
Houssay, *Anomalies dent. Rev. mens. de l'écol. d'anthrop. Paris. 1899.*
Ibbetson, *Vorzeitige zweite Dentition. D. V. f. Z. 1862. No. 4.*
Kaufmann, *An infant born with teeth. Med. Record. 1892.*
Kiaer, Th., *Gänzliches Fehlen der perm. Zähne. Korr. f. Z. 1907.*
Kiethauser, H., *Ueber das angebliche Fehlen und Unterzahl der Zähne. D. M. f. Z. 1894. No. 10.*
— *Unterzahl der Zähne. Oest. V. f. Z. 1895. No. 4.*
Kingsley, N. W., *Ursachen d. Unregelmäßigk. b. Entwickl. d. Zähne. D. Cosmos. 1875.*
Kneisel, F. Ch., *Erneutes Zahnen im vorgerückten Alter. 1835.*
Lacasse, R., *Eruption précoce. Rev. de stom. 1902. No. 6.*
Laurent, *Dents surnuméraires. L'Odontol. 1903.*

Lipschitz, M., *Seltene Zahnanomalie (Ueberzahl). D. M. f. Z. 1903. No. 3.*
Magitot, *De l'érupt. tard. des dents perm. Gaz. des hôp. 1876.*
Masse, *De l'éruption des dents à la naissanee. Bull. d. thér. 1874.*
Mattei, *Le même. Union méd. 1875.*
Melicher, C., *Doppelte Reihe d. vord. Zähne im Oberkiefer. Oest. m. W. 1844. No. 10.*
v. Metnitz, J., *Ein überzähliger Mahlzahn. Oest. V. f. Z. 1888. No. 1.*
— *Ueberzählige Schneidezähne. Oest. V. f. Z. 1888. No. 3.*
— *Acht Mahlzähne im Oberkiefer. Oest. V. f. Z. 1889. No. 2.*
— *Beitrag zur Kasuistik der Ueberzahl der Zähne. W. z. M. 1902. No. 11.*
Mummery, *Unterzahl der Zähne. D. V. f. Z. 1864. No. 3.*
z. Nedden, A., *Ersetz. des 2. bleib. Backzahnes dureh einen bleib. Mahlzahn. Z. 1857.*
Niepa, *$2^1/_2$-jähr. Kind mit 5 kleinen Sehneidezähnen. D. M. f. Z. 1899. p. 528.*
Papillaud, *Anomal. dentaires. Soc. anthrop. 1896.*
Perroltaz, *Consid. sur quelques anom. des dents canines. Thèse Paris 1878.*
Porges, *Dentitio praematura. Wien. med. Zentralztg. 1883.*
Puech, *Des anomalies de l'homme et de leur fréquenee relat. Paris 1871.*
Purland, *Doppelte Zahnreihe. D. V. f. Z. 1862. No. 1.*
Scheff, J., *Durchbruch überzähl. Mahlzähne im Greisenalter. Oest. V. f. Z. 1885. No. 3.*
— *Zur Frage der überzähligen Eckzähne. Ibid. 1889. No. 2.*
— *Ein Fall von 3 beiderseits im Unterk. typisch ausgeb. Baekzähnen. Ibid. 1890. No. 3.*
Scott, F. T., *Zahnlose Kiefer. Korr. f. Z. 1892. p. 177.*
v. Schumacher, S., *Vorkommen von Eckzähnen im Zwisehenkiefer. An. Anz. 1906.*
Schwalbe, G., *Seltene Anomalie des Milehgebisses. Morph. Arb. Bd. 3. 1894.*
Smale, M., *Fall von 6 Sehneidezähnen. D. Rec. 1886. No. 1.*
Steinberger, Ph., *Stehengebliebene Milehzähne. D. V. f. Z. 1877. No. 3.*
Sternfeld, A., *Anomalien der Zähne. In Seheffs Handb. d. Zahnheilk.*
Stettenheimer, L., *Beitrag zur Frage der überzähl. Zähne. D. M. f. Z. 1910. No. 5.*
Sutton, B., *Ueber die fehlenden Sehneidezähne des Mensehen. D. Ree. 1887. No. 2.*
— *Einige Beobachtungen über überzählige Zähne. Ibid. 1889. No. 10.*
Truesdell, W. H., *Ausdauern der Milchzähne. D. M. f. Z. 1895. No. 5.*
Truman, J., *Reflexes from lower molars. D. Cosmos. 1899. No. 10.*
Underwood, A. S., *Oberkiefer mit 8 Bikuspidaten. Brit. J. D. Ass. 1886.*
Urbantschitsch, E., *Supernumeräre Zähne. Oest. V. f. Z. 1907. No. 2.*
Virchow, R., *Retention, Ueberzahl von Zähnen ete. D. M. f. Z. 1887. No. 5.*
Walker, *Stehengebliebene Milehzähne. Ref. D. V. f. Z. 1881. No. 3.*
Walllisch, W., *Ueberzählige Zähne und ihre Beziehungen zur atavistisehen Theorie. D. M. f. Z. 1897. No. 4.*
Wattson, *Stehengebliebene Milehzähne. Ref. D. M. f. Z. 1883. No. 2.*
Wilson, A., *Missing or suppressed teeth in man. Brit. J. D. Sc. 1895 und D. Ree. 1892. No. 1.*
Woronichin, N., *Einfluß des Körperbaues etc. auf Durchbruch der Milehzähne. Jb. f. Kinder. 1872.*
— *Neue Beobaehtungen über dieses Thema. Ibid. 1877.*
— *Untersuchungen über Durchbrueh der Milehzähne. Ibid. 1877.*

VIII.
Physiologie des Gebisses inkl. physiologische Chemie.

Avanzi, R., *Contribut. allo studio della fisio-patologia della polpa. Giorn. di corrisp. Vol. 23. No. 4.*
Bate, J., *Einfluß der Nahrung auf die Zähne. Ref. D. V. f. Z. 1869. No. 1.*
Béclard, J., *Ueber die Kaubewegung. Z. 1860.*
Beraz, H., *Bedeutung des Kalkes für die Zähne. Zeitschr. f. Biol. 1890.*
Bertz, F., *Chemisehe Zusammensetzung der Zähne. Diss. Würzburg 1898.*
v. Bibra, E., *Chemisehe Untersuchung über Knoehen und Zähne ete. Sehweinfurt 1844.*
Blot, D. P., *Des fonctions du voile du palais. Paris 1839.*
Black, G. V., *Kraft der mensehlichen Kinnladen. Ref. Od. Bl. 1896. No. 4.*
— *Physikalisehe Charakteristik der Zähne. Dent. Praetit. 1894.*
Blandin, Ph., *Wichtigkeit der Zähne für den Organismus. Z. 1848.*
Breuer, R., *Was lehrt uns das Röntgenbild des Kiefergelenkes? Oest. V. f. Z. 1910. No. 1.*
Brodtbeck, A., *Einfluß der Nahrung auf die Zähne. Sch. V. f. Z. 1902. p. 120.*
Browne, R. K., *Ueber Dentinfibrillen. D. V. f. Z. 1869.*
Bünte, H. und Moral, H., *Physiologie. Erg. d. ges. Zhlk. Heft 1. 1910.*
Campbell, H., *Observ. on mastieation. Brit. J. D. Sc. 1903.*
Carmouche, L., *De la sensibilité des dents ete. Paris 1841.*

Carreras, P., *Absorptionsfähigkeit der Pulpa etc. Ref. D. M. f. Z. 1894. No. 6.*
Chase, E. C., *Chemie der Mundsekrete etc. Missouri D. J. 1873. No. 7.*
— **H. S.**, *Kalkophosph. in Beziehung auf das Zahnwachstum. D. Cosmos. 1866. No. 12.*
Cigrand, B. J., *Einfluß der Nahrung auf die Zähne. D. Rev. 1898. No. 2.*
Cohn, M., *Säurebildendes Ferment im menschlichen Speichel. Z. W. 1896. No. 461.*
— *Untersuchungen über den Speichel etc. D. m. W. 1900/01..*
Cohnheim, *Physiologie der Verdauung (in Nagels Handbuch d. Physiol. d. Menschen).*
Constant, F. E., *Kritik der Arbeiten von Tomes und Delamore über die Bewegungen des Unterkiefers. Brit. J. D. Ass. 1901. No. 9.*
Cook, G., *Effekt der Hitze auf das Dentin. Cosmos. Vol. 41. No. 1.*
Crausius, K. G., *De dentium sensu. Jenae 1707.*
Danzat, *Einfluß der tempor. Zähne auf die perman. Z. 1859.*
Dennis, G., *Ueber die Kraft der Kiefer beim Kauen. Ref. D. M. f. Z. 1894. No. 3.*
Duval, J. K., *Obs. pratiques sur la sensib. des subst. dures des dents. Paris 1833.*
Dzondi, C. H., *Funktionen des weichen Gaumens etc. Halle 1831.*
Erne, *Beitr. z. Kenntnis d. Bedeut. d. menschl. Mundspeichels etc. Diss Freiburg 1899.*
Falkson, R., *Funktion des weichen Gaumens. Arch. f. path. An. 1880.*
Fermi, C., *Ueber das Kauen der Speisen. Arch. f. An. u. Phys. Bd. 98. 1901.*
Ferris, H. C., *Anatomical and physiol. consid. of organ of mastication. D. Cosmos. 1909. No. 12.*
Foblant, J., *Des fonctions du voile du palais. Paris 1841.*
Foster, E. W., *Der Mensch und seine Zähne. Ref. Korr. f. Z. 1876.*
Franco, M., *Blutbewegungs- u. Verdauungsorgane anatomisch-physiologisch betr. ihrer Beziehungen zu den Zähnen. Z. 1855/56.*
Frost, A. W., *Die Funktionen der Zähne. Ref. Korr. f. Z. 1887. p. 230.*
Gabriel, S., *Chemische Untersuchungen über die Mineralstoffe der Knochen und Zähne. Ref. Z. Wochenblatt. 1896. No. 445.*
— *Chemische Zusammensetzung der Zähne. Z. f. phys. Chemie. Bd. 18.*
Gaddes, Th., *Verteilung von lebender Materie im Zahnbein, Zement und Schmelz. Ref. D. V. f. Z. 1880. No. 3.*
Galippe, V., *Rech. sur les propr. physiques et la constit. chimique des dents etc. Paris.*
Gassmann, Th., *Chemische Untersuchungen über die Anwend. v. Fluor in d. Zähnen. Schw. V. f. Z. 1910. No. 3.*
Gebhardt, W., *Ueber den funktionellen Bau einiger Zähne. Arch. f. Entw.-Mech. d. Organismen. 1900.*
Gerboulet, E., *Quels sont les fonctions du voile du palais? Paris 1838.*
Gibb, G. D., *Funktion der Uvula. Ref. D. V. f. Z. 1873. No. 3.*
Godon, *Betracht. über die mechanische Wirkung des Kiefers etc. Oest. Z. f. Stom. 1908.*
Guilford, S. H., *Physiologie und Dynamik der Fortbewegung von Zähnen. Ref. Z. W. 1899. No. 601.*
Gunning, Th. B., *On physiol. action of muscles concern. in movement of lower jaw. New York 1868.*
Günz, J. G., *Observ. quaedam de maxillae articulo et motu. Lipsiae 1748.*
Gutzmann, *Ueber die Wertigkeit von Zunge, Zähnen, Gaumen für die physiologische Lautbildung. Berl. Z. Halbmon. 1908. No. 20.*
Gysi, A., *Entstehung des sensiblen Dentins. Sch. V. f. Z. 1900. No. 3.*
— *Versuch zur Erklärung der Empfindlichkeit des Dentins. Ibid. 1901. No. 1.*
Haliburton, *Physiological chemistry.*
Hammarsten, O., *Lehrbuch der physiologischen Chemie. 7. Aufl. 1910.*
Handy, W. R., *Beziehung der Verdauung zu den Zähnen. Z. 1854.*
Hawley, C. A., *Function of teeth in develop. of the face. D. Cosmos. 1910. No. 10.*
Harms, H., *Zur Fluorfrage der Zahn- und Knochenasche. Diss. München 1899.*
Heinemann, *Zur Physiologie der Kieferknochen. Z. 1868.*
Heller, A., *Zur Physiologie der Zahnpulpr. Oest. V. f. Z. 1910. p. 21.*
Hentze, *Beitrag zur Physiologie und Pathologie der Zahnpulpa. D. z. W. 1902.*
Herber, C., *Gestalt und Form des menschlichen Kiefers, entwickelt aus der Funktion. Z. f. zahnärztl. Orthop. 1909. No. 3.*
Hesse, Fr., *Bewegungen des Unterkiefergelenkes. D. M. f. Z. 1890. No. 11.*
— *Mechan. der Kaubewegungen des menschlichen Kiefers. Ibid. 1897. No. 12.*
— *Demonstration der Bewegungen des Unterkiefers. Ibid. 1900. No. 5.*
— *Mahlbewegungen des Unterkiefers etc. Ibid. 1900. No. 9.*
Hilditch-Harding, *Prozeß der Absorption im Knochen- und Zahngewebe. Ref. D. V. f. Z. 1879. p. 57.*
Hoffa, *Organisation und Reorganisation der Zähne. Z. 1850.*
Hoffmann, Fr., *Exhibens historiam dentium physiolog. et patholog. pertractat. Halae 1698.*
Hoppe-Seyler, F., *Physiol. Chemie. 1867—1881.*

Hoppe-Seyler, F., und **Tierfelder,** *Handb. d. physiolog. u. patholog. chem. Analyse. 8. Aufl. 1909.*
Horne, *Die physiol. Beziehungen der Nahrung zu den Zähnen. D. V. f. Z. 1862. No. 1.*
Howard, W. H., *Absorption des Maxillarknochens. Z. 1869.*
Hungerford, Ch. L., *Physiol. relation of dental pulp to the economy. Ref. D. M. f. Z. 1900. No. 7.*
Huxley, Th. H., *Grundzüge der Physiologie. 4. Aufl. Neu bearb. von J. Rosenthal. Hamburg und Leipzig 1910.*
Iszlay, J., *Blick auf die Beziehung zwischen der Naturgesch. und allgem. Ernährungsweise und dem Gebiß des Menschen etc. D. V. f. Z. 1881. p. 1.*
Jacubowitsch, N., *De saliva. Dorpati 1848.*
Jordans, J., *Rumination beim Menschen. Diss. Bonn. 1890.*
Karmel, F., *Resorptionsfähigkeit der Mundhöhle. Ref. D. V. f. Z. 1875. No. 2.*
Kelsey, H. E., *The laws which govern the moving of teeth in alveoli. D. Cosmos. 1899. No. 8.*
Kohnstamm, *Zentrum der Speichelsekretion. Ref. W. z. M. 1902. No. 8.*
Kreidl, A., *Physiologie der Mundhöhle. In Scheffs Handb. der Zhk.*
Kronecker und **Meltzer, S.,** *Schluckmechanismus etc. Monatsber. d. K. Akad. d. Wiss. Berlin. Januar. 1881*
Kübel, F., *Einwirkung verschiedener chem. Stoffe auf die Tätigkeit des Mundspeichels. Diss. Tübingen. 1902.*
Kühns, C., *Untersuch. über die chem. Zusammensetzung der harten Zahnsubstanz in verschiedenen Altersstufen. D. M. f. Z. 1895. No. 8.*
Lane, J. A., *Some points in the mechanics of jaws. D. Cosmos. 1903.*
Lange, *Ueber Zungenbewegungen. Arch. f. kl. Ch. 1893. No. 3.*
v. Langsdorff, G., *Zur Physiologie der Speicheldrüsen. Z. 1870.*
Latimer, J. S., *Anatomy and physiol. of teeth. D. Cosmos. 1866. No. 12.*
Lemaire, *Traité sur les dents (physiol.). 1822.*
Linderer, J., *Zur Physiologie und Pathologie der Zähne. D. Klinik. 1851.*
Luciani, L., *Physiologie des Mundes. Deutsche Uebers. 1907.*
Malassez, *Archives de physiologie. 1889.*
Mantegazza, P., *Ueber die Einwirkung des Zuckers etc. auf die Zähne. Ref. D. V. f. Z. 1864. No. 4.*
Mauthner, J., *Physiolog. Chemie. (In Scheffs Handb. d. Zhk. 1908.)*
Mendel, J., *Des conditions de la sensib. de la dent. Paris 1902.*
Mendelsohn, *Das Schlucken in verschiedenen Körperlagen. M. m. W. 1899. No. 20.*
Michel, *Untersuch. über Fluorgehalt der Zähne. D. M. f. Z. 1897. No. 8.*
— *Lippen-, Wangen- und Zungendruck. D. M. f. Z. 1908. No. 7.*
Miller, W. D., *Einfluß d. Nahrung auf d. Zähne. D. M. f. Z. 1887. No. 1; 1888. No. 11.*
Morgenstern und **Peckert,** *Untersuch. für die anat. Grundl. für die Stoffwechsel- u. Sensibilitätsvorgänge in der harten Zahnsubstanz. D. M. f. Z. 1909. No. 10.*
Newton, R. C., *Physiol. u. Path. der zweiten Dentition. Z. W. 1891. No. 219/20.*
Nisbett, A., *Digestion and teeth. Glasgow 1856.*
Oudet, *Studium der Anatomie und Physiologie der Zähne. Z. 1855.*
Papsch, A., *Vitale Vorgänge in den Zähnen. Oest. V. f. Z. 1894. No. 3.*
Paul, J., *Die Nahrung und die Zähne. D. Cosmos. 1865.*
Plough, A. L., *Observ. général. sur l'import. des dents. New Orleans. 1836.*
Ranke, J., *Die Zähne. (In: Grundzüge der Physiol. d. Menschen.) 4. Aufl. 1881.*
Reid, *Oral chemistry. D. M. f. Z. 1887. No. 5.*
Riegner, *Physiol. und Path. der Kieferbewegung. Arch. f. An. u. Phys. 1904.*
Robin et **Magitot,** *Journal de la physiol. Paris 1860. 1861.*
Römer, O., *Sensibilität des Zahnbeins. D. M. f. Z. 1899.*
Royer, A. J., *Sensibilité des dents. Paris 1838.*
Rudolph, J. F. V., *Physiol. und path. semiotische Betracht. der menschl. Zähne und des Zahnfleisches. Würzburg 1834.*
Salter, A., *Die Zähne als pass. Organe der Aussprache. Ref. D. M. f. Z. 1868. No. 1.*
Sandmann, *Zur Physiol. d. lufthaltigen Räume d. Schädels. Ref. D. M. f. Z. 1891. No. 2.*
de Saudouville, A. J., *Rapport qui existe entre la situation des dents sur l'os max. et le degré de force dont elles ont besoin pour agir. Paris 1843.*
Sassuri, C. F., *Ueber das Kauen der Speisen. Arch. f. An. 1901.*
Sauer, C., *Einwirkung von Zunge und Wange etc. Ref. D. V. f. Z. 1902. No. 3.*
— *Mit wie viel Gewicht beißt der Mensch. Ibid. 1891. No. 12.*
Schlund, *Vers. einer Darstellung des Kauapparates u. seiner Wirkungsweise. Z. 1848.*
Schreiber, J., *Ueber den Schluckmechanismus. Arch. f. exp. Pathol. Bd. 45. 1901. No. 5/6.*
Schröder, A., *Arbeitsleistung der Kaumuskeln. 1896.*
Schüle, *Funktionen des menschl. Mundspeichels. Ref. Münch. med. W. 1900. No. 8.*

Schulz, R., *Unters. über chem. Zusammensetz. normaler Menschenzähne versch. Alters. Korr. f. Z. 1898. No. 1.*
Schwarze, P., *Beob. über die Beweg. des Unterkiefers. D. M. f. Z. 1902. p. 77.*
Seiffert, A., *Wachstum und Ernährung der Zähne. Z. 1872.*
Seligmann, J., *Chem., physik., physiol. u. mikr. Verhalten d. Speichels. Z. W. 1890. No. 48.*
Sigmund, C., *Zahnen u. seine Bedeut. im organ. Haush. D. V. f. Z. 1867. No. 3.*
— *Kraftleistung der Zähne. Ibid. 1871. No. 2.*
— *Empfind. der Zähne. Ibid. 1867. No. 3.*
Singer, G., *Rumination beim Menschen. Arch. f. klin. Med. Bd. 51. 1893.*
Soins, A. A., *Sensibilité des dents etc. Paris 1841.*
Sozinsky, *Eine zum Teil verloren gegangene Bewegung des Unterkiefers. Ref. D. M. f. Z. 1885. No. 1.*
v. Spee, F., *Verschiebungsbahn des Unterkiefers am Schädel. Arch. f. An. 1890. No. 5/6.*
Steiner, *Empfindungsvermögen der Zähne. Centralbl. f. Phys. 1902.*
Strahl, C., *De saliva. Z. 1847. Berolini.*
Szabo, J., *Chem. Reaktion des Speichels. Oest. V. f. Z. 1899. No. 2; 1901. No. 1.*
Tellier, *Ernährung des Dentins unter versch. phys. Einfl. Oest. V. f. Z. 1900. No. 4.*
Toirac, A., *Sur les dents etc. Paris 1823.*
Tomes, J., *Lectures on dental physiol. 1848.*
— *Ueber gewisse Zustände der Zahngewebe. Z. 1857.*
— **Ch.**, *Bewegungen des Unterkiefers. J. Brit. D. Ass. 1901. No. 11.*
— *Chemistry of enamel. J. of Phys. 1896.*
— *und* **Delamore, W. H.**, *Beob. über die Beweg. des Unterk. J. Brit. D. Ass. 1901. No. 6.*
Topinard, P., *Phys. Merkmale: Zähne. (In „L'Anthropologie") Leipzig 1888.*
Trenor, J., *A physiol. inquire into struct. etc. of hum. teeth. New York 1828.*
Walkhoff, O., *Beitr. zur Lehre von den Konturlinien und zur Physiol. d. Zahnbeins. D. M. f. Z. 1885. No. 12.*
— *Die normale Entwickl. und Physiol. des Zahnbeins in den versch. Altersstufen des Menschen. D. M. f, Z. 1887. 246.*
— *Bedeut. des vitalen Prinzipes im Zahnbein. Ibid. 1893. p. 343.*
— *Das sensible Dentin und seine Behanelung. Braunschweig 1899.*
— *Die menschl. Sprache in ihrer Bedeutung für die funktionelle Gestalt d. Unterkiefers. A. Anz. 1903.*
Wallace, J. S., *Physiology of mastication etc. London 1903.*
Warnekros, *Die Fixierung der Beweg. des Unterkiefers beim Kauakt. V. D. O. G. 1892.*
Weisheit, B., *De saliva. Jenae 1715.*
Weld, G. W., *Der zerstörende Einfluß von Säuren auf den Schmelz. Ref. Oest. V. f. Z. 1891. No. 4.*
White, J. D., *Ueber Dentinabsorption. Z. 1855.*
Wiessner, *Einwirk. mechan. Energie auf die Zähne. Oest. V. f. Z. Bd. 24. 1908. No. 1/2.*
Zielinsky, W., *Wachstum der Kiefer und Zähne und ihre Beziehung zur Kaufunktion. D. M. f. Z. 1908. No. 11.*
— *Einstellung der ersten bleib. Molaren hinter d. Milchgebiß. D. M. f. Z. 1910. No. 7.*

IX.

Vertebraten.

Vergleichende Anatomie, Histologie, Phyiologie, Entwicklungsgeschichte, Allgemeine Zoologie.

Balfour, F. M., *Handbuch der vergl. Embryologie. Jena 1881.*
Ballowitz, E., *Fundamentum odontologicum. Stettin 1900.*
v. Bär, K. E., *Entwicklungsgeschichte der Tiere. 1828—1837.*
Batujeff, *Allgem. morph. Merkmale der Krone der Zähne des Menschen, vergl. mit den Zähnen anderer Säugetiere und niederer Wirbeltiere etc. 1893.*
Baume, R., *Odontolog. Forschungen. Leipzig 1882.*
Baur, G., *Ueber die Abstammung der amnioten Wirbeltiere. Biol. Centralbl. Bd. 7. 1887.*
Bell, J. F., *Comparat. anatomy and physiology. London 1885.*
Bergmann, C., *und* **Leuckart, R.**, *Anat.-physiol. Uebersicht des Tierreiches. 1852.*
Blake, R., *Essay on structure and form. of teeth in man and various animals. Baltimore 1848.*
Blandin, Ph. F., *Anatomie du système dentaire considérée dans l'homme et dans les animaux. Paris 1836.*
Blumenbach, *Handbuch der vergl. Anatomie. 1824.*
Boas, J. E. V., *Lehrbuch der Zoologie. 5. Aufl. Jena 1908.*

Bödecker, C. F. W., *Mikrosk. Morphologie des Tierkörpers. D. Cosmos. 1878—1880. Deutsche Uebers. Wien 1883.*
Boule, M., *Sur quelques vert. foss. du sud de la Tunésie. Compt. rend. Ac. Sc. T. 150. No. 12.*
Bradley, O., *Outlines of veterinary anatomy. London 1897.*
Brass, A., *Abriß der Zoologie. 1882.*
Bronn, *Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. 6. Abt. 1—5.*
Brooks, F. R., *Foundations of zoology. London 1899.*
Brühl, C. B., *Zootomie aller Tierklassen. 1876—1886.*
Buschan, *Ueber Zähne. Im Handwörterb. d. Zool., Anthrop. u. Ethnol. Bd. 8. 1900.*
Carus, C. G., *Lehrbuch der vergl. Zootomie. Leipzig 1834.*
— *und* **Otto**, *Erläuterungstafeln zur vergl. Anatomie. Leipzig 1826—1852.*
— *und* **Gerstäcker, C. E. A.**, *Handbuch der Zoologie. 1863—1875.*
Charlesworth, E., *Die fossilen Zähne vorsündflutl. Tiere. Korr. f. Z. 1885. p. 258.*
Choquet, J., *Die Rolle, welche die Zähne spielen etc. Z. W. 1899. No. 641. 642. 643.*
Claus-Grobben, *Lehrbuch der Zool. 8. Aufl. 1909.*
Cope, E. D., *Report upon extinct vertebrates in New Mexico. Palaeontology. 1874.*
Cohn, K., *Vergl. Anatomie. In „Kursus der Zahnheilk.“ Vide Abt. III.*
— *Vertebrata of tertiary formations of the west. Washington 1884.*
— *Synopsis of the fauna of Puerco Series. Trans. Am. phil. Soc. Vol. 16. 1888.*
— *Vertebr. of cretac. form. of western territories. Washington 1877.*
Cords, E., *Zur Morphologie des Gaumensegels. A. Anz. 1910. No. 12.*
Cuvier, G., *Le règne animal. Paris 1829. Grande édition. Paris 1849,.*
— *Das Tierreich. Deutsche Uebersetzung von F. S. Voigt. Leipzig 1831—1843.*
— *Leçons d'anatomie compar. Paris 1835—1846.*
Demonporcelet *et* **Decaudin**, *Manuel d'anat. dentaire hum. et comp. Paris 1887.*
Depéret, Ch., *Les animaux plioc. du Roussillon. Paris 1891.*
— *Rech. sur la succ. des faunes de vertébrés mioc. de la vallée du Rhône. Arch. Mus. Lyon 1886.*
— *Consid. gén. sur les faunes de vert. plioc. d'Europe. Ann. sc. géol. 1885.*
Dorfmann, W., *Kiefermuskulatur der Wirbeltiere. Bern 1883.*
Duval, M., *Atlas d'embryologie. Paris 1888.*
Eimer, Th., *Vergl. phys.-anat. Studien über das Skelett der Wirbeltiere. Leipzig 1901.*
Erdl, *Odontography. In Abh. d. math.-phys. Klasse der K. Bayr. Akad. Bd. 3. (Unters. über Bau der Zähne der Wirbeltiere, bes. der Rodentien.)*
Fenchel, A., *Entwickl. und Degeneration der Hartgebilde im Tierreich in ihrer Bedeutung für das menschl. Gebiß. Hamburg 1893.*
Fischer, G., *Verschied. Form d. Intermaxillarknochens bei versch. Tieren. Leipzig 1800.*
Fleischmann, A., *Lehrbuch der Zoologie. 1898.*
— *Ueber den Begriff „Gaumen“. Gegenbaur, Morph. Jahrb. Bd. 41. H. 4. p. 681.*
Flower, *Lectures on odontology. Brit. med. J. 1871.*
— *and* **Garson**, *Catalogne of spec. ill. osteol. a. dentition of vertebr. London 1879—1884.*
Fol, H., *Lehrbuch der vergl. mikr. Anat. etc. Leipzig 1884.*
— *and* **Garson**, *Catalogue of spec. illustr. the osteology aud dentition of vertebrates. London 1879—1884.*
Foster *und* **Balfour**, *Entwicklungsgesch. der Tiere. Deutsch von Kleinenberg. Leipzig 1876.*
Fraisse, P., *Regen. von Geweben und Organen. Cassel-Berlin 1885.*
Froriep *und* **Meckel**, *Vorles. über vergl. Anatomie. Deutsche Uebers. des Werkes von Cuvier. 1901—1902.*
v. Fürth, O., *Vergl. chem. Physiologie der nied. Tiere. Jena 1903.*
Gaudry, A., *Enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. 1878.*
— *Similitude des dents de l'homme et de quelques animaux. 1901.*
Gegenbaur, C., *Grundzüge der vergl. Anatomie. 1870. 1878.*
— *Vergl. Anatomie der Wirbeltiere. Bd. 1. 1898 u. Bd. 2. 1901.*
Gervais, P., *Zoologie et paléont. françaises. 1848—1852.*
Giebel, Ch. G., *Odontogr. Vergl. Darstellung d. Zahnsyst. d. Wirbeltiere. Leipzig 1855.*
Goethe, *Ueber den Zwischenkiefer des Menschen und der Tiere. 1831.*
Götte, A., *Lehrbuch der Zoologie für Stud. 1902.*
Grant, R. E., *Umrisse der vergl. Anat. Deutsch von C. Schmidt. 1842.*
Grassmann, R., *Physiologie des Menschen und der Wirbeltiere. 1900.*
Gravenhorst, J. L. C., *Vergl. Zoologie. 1843.*
Haeckel, E., *System. Phylogenie der Wirbeltiere. Berlin 1895.*
Haller, B., *Lehrbuch der vergl. Anatomie. 1904.*
Hatschek, B., *Lehrbuch der Zoologie. Jena 1888—1891.*
v. Hayek, G., *Handbuch der Zoologie. Wien 1877—1893.*
Heincke, F., *Untersuch. über d. Zähne niederer Wirbeltiere. Z. f. wiss. Zool. 1873. Bd. 73.*

Hertwig, O., *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere. 9. Aufl. Jena 1910.*
— *Elemente der Entwicklungsgeschichte. 3. Aufl. Jena 1907.*
— *Kampf um Kernfragen der Entwickl.- und Vererb.-Theorie. 1909.*
— ***R.***, *Lehrbuch der Zoologie. 9. Aufl. 1910.*
— *Ueber vergl. Anatomie der Zähne. Ref. Oest. V. f. Z. 1896. No. 3.*
Heude, *Etudes odontologiques. 1896.*
Hofmann, C. K., *Beitr. zur vergl. Anatomie der Wirbeltiere. 1879.*
Hohl, R., *Vergl.- anat. Betr. über die Gebisse der Wirbeltiere. D. V. f. Z. 1869. No. 1.*
Holländer, C. L., *Anatomie der Zähne des Menschen und der Wirbeltiere. Deutsche Uebers. nach Tomes. Berlin 1877.*
van den Hoeven, J., *Handbuch der Zoologie. Leipzig 1850—1856.*
Höver, R., *Zur Kasuistik d. Zahn- u. Kieferdeform. im Tierreiche. D. M. f. Z. 1910. No. 10.*
Huxley, T. H., *Lectures on the elements of comp. anat. London 1864.*
— *Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Deutsch von F. Ratzel. Breslau 1873.*
v. Jäger, G., *Lehrbuch der allgem. Zoologie. 1871—1880.*
Jäkel, *Ueber sog. Faltenzähne und kompl. Zahnbild. Berlin 1894.*
Keibel, F., *Zur Entwickluugsgesch. und vergl. Anatomie der Nase und Oberlippe bei Wirbeltieren. A. Anz. 1893.*
— *Normentafeln zur Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Jena 1910.*
Kennel, *Lehrbuch der Zoologie. Stuttgart 1893.*
Kingsley, J. S., *Textbook of vertebr. zoology. New York 1899.*
Koch, G., *Vers. einer Odontologie. 1838.*
Kolb, C., *Grundriß der vergl. Anatomie. 1854.*
Kölliker, A., *Entwicklungsgesch. d. Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.*
— *Grundriß der Entwicklungsgesch. d. Menschen etc., bearb. von O. Schultze. 1897.*
Kollmann, J., *Lehrbuch der Entwicklungsgesch. des Menschen. Jena 1898.*
Lankester, E. R., *Treatise on zoology. 1900.*
Lavocat, *Construct. de la maxill. des vertébrés. 1886.*
— *Système dentaire des vertébrés. 1893.*
Leyros, Ch., *et* ***Magitot, E.***, *Morphol. du foll. dentaire chez les vertébrés. J. de l'an. et phys. 1879.*
Leonhard, C., *Vergl. Zoologie. 1884.*
Leunis-Ludwig, J., *Synopsis der Tierkunde. Hannover 1883—1886.*
Leydig, F., *Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Tiere. Frankfurt a. M. 1857.*
— *Tafeln zur vergl. Anatomie. 1864.*
— *Untersuch. zur Anatomie und Histologie der Tiere. Bonn 1883.*
v. Linné, C., *Regnum animale 1758. Neu herausgegeben Leipzig 1894.*
Löwenthal, L., *Atlas zur vergl. Histologie der Wirbeltiere. 1904.*
Macalister, A., *Introd. to animal morphol. (Vertebr.). London 1878.*
Maclise, J., *Comparative osteology. 1847.*
Magitot, *Lois de la dentition chez les vertébrés. J. d'anat. et phys. 1893.*
Marie, J., *On some abnormal dental conditions in animals. 1870.*
Meckel, J. F., *System der vergleichenden Anatomie. Bd. 4. Halle 1821—1833.*
Michaelis, L., *Kompend. d. Entw.-Gesch. d. Menschen u. d. Wirbeltiere. 4. Aufl. 1910.*
Milne-Edwards, H., *Leçons sur la physiol. et anat. comp. de l'homme et des animaux. 1881.*
— *Cours élément. de zoologie. 1841.*
Minet, Ch. S., *Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen. 1894.*
Mollière, D., *Du nerf dent. inf. An. et phys. comp. Paris 1871.*
Nicholson, H. A., *Manual of zoology. London 1887.*
— *Text-book of zoology. London 1894.*
Noyes, Fr. B., *Comparat. study of attachment of teeth. J. of Am. Med. Ass. Chicago 1902.*
Nuhn, A., *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. Marburg 1878.*
Nunn, Miss, *Develop. of enamel of teeth of vertebr. Proceed. of R. Soc. London. 1882.*
Oppel, A., *Lehrbuch der vergleich. mikr. Anatomie der Wirbeltiere. Jena 1896—1906.*
Oppenheimer, *Handbuch d. Biochemie d. Menschen u. der Tiere. Berlin u. Jena 1908.*
Owen, R., *Odontography. London 1840—1845.*
— *Anatomy of vertebrates. London 1870.*
— *Lectures on comp. anat. and phys. of vertebr. London 1866—1868.*
Pagenstecher, H. A., *Allgemeine Zoologie. Berlin 1875—1881.*
Pander *et* ***d'Alton***, *Ostéologie comp. Paris 1821—1831.*
Parker, T. J., *Course of instruct. in zootomy (Vertebr.). London 1884.*
Parker *and* ***Haswell, W.***, *Textbook of zool. London 1897.*
— *Manual of zoology. 1899.*
Perrier, E., *Traité de zoologie. 1899—1905.*
— ***R.***, *Eléments d'anat. comp. Paris 1893.*

Pomel, *Catal. méthodique des vertébr. foss. 1854.*
Pöppig, E., *Illustr. Geschichte des Tierreichs. 1851.*
Pouchet, G., et Beauregard, H., *Traité d'ostéol. comp. Paris 1889.*
Preiswerk, G., *Ueber vergleich. Anatomie der Zähne. Vortrag. Z. R. 1894. Dezember.*
Prenant, *Eléments d'embryol. de l'homme et des vertébr. 1891.*
Rathke, H., *Anat.-phil. Unters. über Kiemenapp. d. Wirbeltiere. Riga u. Dorpat 1832.*
— **R.**, *Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Leipzig 1861.*
— *Vortrag und vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1862.*
Rawitz, *Kompend. der vergleichenden Anatomie. 1893.*
Rathke, H., *Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere. Leipzig 1861.*
Reese, *Introductions to vertebrate embryology. New York 1904.*
Remak, *Untersuch. über die Entwicklung der Wirbeltiere. 1851—1855.*
Romiti, G., *Lezioni di embriogenia umana e comparata dei vertebr. Siena 1881.*
Röse, C., *Das Zahnsystem der Wirbeltiere. Ref. D. M. f. Z. 1896. No. 4.*
— *Versch. Abänd. der Hartgewebe bei niederen Wirbeltieren. A. Anz. 1898. No. 1.*
Rötter, *Vergl. Entw.-Gesch. und Wachstum der Zähne. D. M. f. Z. 1890. No. 11.*
Roule, L., *Embryol. comparée. 1894.*
— *Anatomie comp. des animaux basée sur l'embryologie. 1898.*
Rousseau, E., *Anatomie comp. du système dentaire etc. Paris 1839.*
Rückert, J., *Der Pharynx, vergl.-anatomische Studie. München 1882.*
Rütimeyer, L., *Ueber die Herkunft unserer Tierwelt. Basel 1867.*
Rymer, Jones, *General outline of organis. of animal kingdom etc. 1874.*
Ryder, J. A., *Mechanic genesis of tooth forms. Proc. Amer. Nat. Sc. Philadelphia 1878. 1879.*
Schauinsland, *Beitr. zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Wirbeltiere. 1903.*
Schenk, S. L., *Lehrb. d. vergleich. Embryol. d. Menschen u. d. Wirbeltiere. Wien 1896.*
Schmarda, L. K., *Zoologie. Wien 1877—1878.*
Schmiedeknecht, O., *Die Wirbeltiere Europas. 1909.*
Schmidt, E. O., *Gebiß der Wirbeltiere. (Im Handb. d. vergleich. Anatomie. Jena 1882. Handatlas hierzu. 1852.)*
Schneider, K. C., *Lehrbuch der vergleichenden Histologie der Tiere. Jena 1902.*
— **A.**, *Beitrag zur vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere. 1879.*
Schönichen, W., *Mundwerkzeuge im Tierreich. D. M. f. Z. 1900. No. 11.*
Schwalbe, E., *Morphol. der Mißbild. d. Menschen und der Tiere. Jena 1909.*
Selenka, E., *Studien über die Entw. der Tiere. 1884—1906.*
— *Zoologisches Taschenbuch. II. Wirbeltiere. Leipzig 1897.*
Shipley and McBride, *Element. Textbook of zoology. 1901.*
Sicard, H., *Eléments de zoologie. 1883.*
Sigmund, L., *Vergl. des menschl. Gebisses mit d. Tiergeb. D. V. f. Z. 1876. No. 3.*
— *Bedeutung der Zähne im tier. Haushalte und beim Menschen. Ibid. 1873. No. 3.*
Sobotta, *Demonstr. aus dem Gebiet der normalen Hist. und Entwicklungsgeschichte der Zähne der Tiere und des Menschen. D. M. f. Z. 1894. No. 6.*
Stannius, H., *Handbuch der Anatomie der Wirbeltiere. Berlin 1854.*
— *und* **Siebold**, *Vergleichende Anatomie. 1854—56.*
Stricker, *Vide Abt. II.*
Studnizka, *Vide Abt. IV.*
Tauber, P., *Om Tand-Dannelse og Udvikl. hos Vertebrata. Kjobenhavn 1876.*
de Terra, Max, *Ueberblick üb. d. heut. Stand d. Phylog. d. Mensch. etc. D. M. f. Z. 1902.*
— **Paul**, *Vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. (In: Repetitorium der Zahnheilk. 2. Aufl. 1908.) Stuttgart.*
— *Vergleich. Anatomie des menschlichen Gebisses und der Zähne der Vertebraten. Jena 1911.*
v. Teutleben, E., *Kaumuskeln und Kaumechanismus bei Wirbeltieren. Bonn 1873.*
Thomson, J. A., *Outlines of zoology. Edinburgh 1895.*
Tomes, Ch. S., *Manual of dental anatomy human and comparative. 6th ed. 1904.*
— *Bemerk. über die vergleichende Odontologie. (Befest. d. Zähne. Dentition.) Ref. Korr. f. Z. 1876. p. 221.*
— *American system of dentistry 1887. Bearb. v. C. G. Giebel u. W. Leche. 1874—1900.*
Trabold, *Schädelform und Gaumenhöhe. Freiburg 1903.*
Trinius, *Menschliches Haar und Zähne. 1836.*
Underwood, A. S., *Studies of comp. odontology. London 1903.*
Vaughan, J., *Strangeway's Veterinary Anatomy. London 1906.*
Vogt et Yung, *Traité d'anatomie comp. Paris 1895.*
Wagner, R., *Icones zootomicae. Handatlas zur vergleich. Anatomie. Leipzig 1841.*
— *Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1834. 1843.*
Ward, Ch., *Human teeth from a compar. standpoint. D. Cosmos. 1898.*
Wiedersheim, R., *Grundriß d. vergleich. Anat. d. Wirbeltiere. 7. Aufl. Jena 1909.*
— *Einführung in die vergleichende Anatomie der Wirbeltiere. 1906.*

Winterstein, H., *Handbuch der vergleichenden Physiologie. Jena 1910.*
Woodward, A. S., *Some recent discov. concern. teeth of extinct animals. Transact. Odont. Soc. 1904.*
— *and* **Scherborn, C. D.**, *Catalogue of Brit. foss. vertebr. London 1890.*
Wright, *Mangel der Speicheldrüsen bei den im Wasser lebenden Tierklassen. Z. 1848.*
Ziegler, E. H., *Handbuch der vergleich. Entw.-Gesch. d. nied. Wirbeltiere. Jena 1902.*

X.

Fische.

Agassiz *and* **Whitman**, *Develop. of osseous fishes. Cambridge 1885—89.*
Agassiz, L., *Hist. natur. des poissons d'eau douce de l'Europe centrale. Paris 1839.*
— *et* **Vogt**, *Anat. des Salmonés. Neuchâtel 1844—45.*
Allis, *Premaxillary and maxill. bones etc. of Polypterus. A. Anz. 1900.*
Ayers, H., *Anatomie und Physiologie der Dipnoër. Jena 1885.*
Bakker, G., *Osteographia piscium. Groningen 1822.*
Balfour, F. M., *A monogr. on developm. of elasmobr. fishes. London 1878.*
Barkas, W. J., *Ueber zwei neue paläozoische Hybodontenzähne. Month. Rev. of D. surg. 1878. No. 4/5.*
Beard, J., *Teeth of Myxinoid fishes. A. Anz. 1888.*
— *Nature of teeth of Marsipobr. fishes. Zool. Jahrb. 1889.*
Behrends, G., *Ueber Hornzähne d. Batr. u. Cyklostom. Leipzig 1892. 1893.*
Benda, C., *Dentinbild. in d. Hautz. d. Selachier. Arch. f. mikr. An. 1882.*
Beneden, *Rech. sur les Squalodons. 1865—1869.*
Boas, J. V., *Die Zähne der Scaroiden. Z. f. wiss. Zool. Bd. 32. 1879.*
Born, *Zahnbau der Fische. Z. f. org. Phys. Bd. 1. 1821.*
Bronn, *Klassen der Tierreiches. Die Fische. Bearb. von Lönnberg.*
Bruch, C., *Vergleichende Osteologie und Myologie von Salmo salar. Mainz 1874.*
Carlsson, A., *Zahnentwicklung bei einigen Knochenfischen. Zool. Jahrb. 1894.*
de Castelnau, F., *Poissons nouv. ou rares de l'Amér. du Sud. Paris 1861.*
Couch, J., *Nat. hist. of fishes of Brit. islands. London 1891.*
Cuvier *et* **Valenciennes**, *Hist. nat. d. poissons. („Règne animal") 1850.*
Day, F., *Fishes of India. Roxburghe 1878—1888.*
Dohrn, A., *Der Mund der Knochenfische. Leipzig 1881.*
Friedmann, E., *Beitr. zur Zahnentwicklung der Knochenfische. Dissert. (In Schwalbes Morph. Arb. Bd. 7. 1897.)*
Garman, S., *The Cyprinodonts. Cambridge 1895.*
Ghigi, *Ricerche sulla dentatura dei Teleostei. Arch. zool. 1902—1906.*
Girard, Ch., *Fishes of Un. States. Washington 1860.*
Goodey, P., *Contrib. to skeletal anatomy of frilled shark Chlamydosaurus anguis. Proc. Zool. Soc. London. 1910.*
Günther, A., *Introd. to study of fishes. London 1898.*
— *Ceratodus. Phil. Transact. R. Soc. London. 1871.*
Harless, L., *Zahnbau von Myliobates u. Triceras. Ak. d. Wiss. Bd. 5. 3. Abt. 1850.*
Hertwig, O., *Bau u. Entw. d. Plakoidschupp. u. Zähne d. Selach. Jen. Z. f. Nat. 1874.*
— *Hautskelett der Fische. Morph. Jahrb. 1876. 1879. 1881.*
Hoffmann, C. K., *Zur Ontogenie der Knochenfische. Amsterdam 1881—1882.*
Hollard, H., *Les Gymnodontes. Paris 1858.*
Hoppe, R., *Untersuch. über den Kauapparat des Cyprinoiden Leuciscus rutilus. D. M. f. Z. 1895. No. 2.*
Hörschelmann, C., *Zur Anatomie der Fische. Dorpat 1866.*
Jacoby, L., *Knochenbau der Oberkinnlade bei den Aalen. Z. f. ges. Naturw. 1867.*
— **M.**, *Hornzähne der Cyklostomen. Arch. f. mikr. An. Bonn 1894.*
Jäkel, O., *System. Stellung u. über fossile Reste der Gattung Pristiophorus. Z. d. Deutsch. Geol. Ges. 1890.*
Jentsch, *Beitr. zur Struktur und Entwickl. der Selachierzähne. Diss. Leipzig 1898.*
Jurine, *Sur les dents et la mastic. des Cyprins. 1821.*
Karpinsky, *Ueber die Reste von Edestiden und die neue (fossile) Gattung Helicoprion. Verh. d. russ. Miner. Ges. St. Petersburg 1899.*
Klaatsch, A., *Morphol. d. Fischschupp. u. Gesch. d. Hartsubstanzgewebe. Morph. Jahrb. 1891.*
Klein, *Beiträge zur Osteologie der Fische. 1881.*
Laaser, P., *Zahnleiste und erste Zahnanlagen der Selachier. Diss. Jena 1903.*
Leydig, F., *Beitr. zur mikr. Anatomie und Entw. der Rochen und Haie. Leipzig 1852.*
— *Anat.-hist. Untersuch. über Fische und Reptilien. Berlin 1853.*
— *Anat. und Hist. der Chimaera monstrosa. Arch. f. An. u. Phys. 1851.*

Lönnberg, E., *Die Fische. (Aus Bronns Klassen des Tierreichs.) Leipzig 1879—1907.*
Makert, F., *Die Flossenstacheln von Acanthias. Zool. Jahrb. 1896.*
Moreau, E., *Hist. nat. des poissons de France. Paris 1881.*
Müller, J., *Vergleichende Anatomie der Myxinoiden. Berlin 1834—1845.*
Mummery, J. H., *Teeth of fish. J. of R. Microsc. Soc. 1899.*
Neugeboren, J. L., *Vorweltliche Squalidenzähne aus dem Grobkalke bei Talmatsch. Arch. d. Verein siebenb. Landeskunde. 1851.*
Nies, F., *Bezahnung von Cestracion Philippi. Würzburg 1874.*
Nowikoff, *Ueber Bau des Knochens von Orthagoriscus mola. A. Anz. 1910. No. 4/5.*
Owen, *Entwicklung der Zähne bei den Fischen. Z. 1846.*
Pander und D'Alton, *Vergleichende Osteologie. Bonn 1821—1831.*
Ritter, P., *Beitr. zur Kenntnis der Stacheln von Trygon u. Acanthias. Diss. Berlin 1900.*
Rohon, J. V., und Zittel. K. A., *Ueber Conodonten. München 1886.*
— *Bau der obersilur. Dipnoërzähne. Böhm. Ges. d. Wiss. 1898.*
Röse, K., *Zahnentwicklung der Fische. A. Anz. 1892. No. 25/26.*
— *Zahnbau und Zahnwechsel der Dipnoër. A. Anz. 1894.*
— *Zahnentwicklung von Chlamydoselachus anguineus. Morph. Arb. 1892.*
Schmid, E., *Frühzähne der Trias bei Jena. Jena 1861.*
Schmidt-Monnard, C., *Histogenese des Knochens der Teleostier. Z. f. wiss. Zool. 1883.*
Sewertzoff, *Die Metamerie des Kopfes von Torpedo. 1898.*
Sternfeld, A., *Struktur des Hechtzahnes. Ref. D. V. f. Z. 1882. No. 2.*
Sundman und Reuter, *Finlands fiskar. Helsingfors 1883—1893.*
Tomes, Ch. S., *Developm. of enamel in osseous fish. Phil. Transact. 1898—1900.*
— *Enamel of elasmobranch fishes. Phil. Transact. 1900.*
— *Teeth of Gadidae. Quart. J. Micr. Sc. 1899.*
— *Selachia, Batrachia etc. teeth. Phil. Transact. 1875—1876.*
— *Teeth of Selachii and Teleostei. Phil. Transact. 1876.*
— *Struct. and developm. of enamel of elasmobranch fishes. Phil. Transact. 1898.*
— *Hinged teeth. Ref. D. V. f. Z. 1879. p. 242.*
— *Zahnbefestigung. Ref. D. V. f. Z. 1877. p. 314. 324.*
— *Ueber die biegsamen Zähne des Hechtes. Quart. J. Micr. Sc. 1878.*
Trautschold, H., *Ueber vermeintliche Dendrodonten. Berlin 1889.*
Treuenfels, P., *Zähne von Myliobates aquila. Diss. Basel 1896.*
Vetter, B., *Zur vergleich. Anatomie d. Kiemen- u. Kiefermusk. d. Fische. Jena 1878.*
Vogt *und* **Yung**, *Lehrbuch der prakt. vergleichenden Anatomie. Braunschweig 1885—1895.*
Warren, *On teeth of Myxine and Petromyzon. Quart. J. Micr. Sc. 1902.*
Weyenbergh, H., *El sistema dental de los Loricarios. 1876.*
Winther, G., *Bidrag til fiskesk jael taendernes. Kjöbenhavn 1873.*
Woodward, Sm., *Evolution of shark's teeth. Proc. Zool. Soc. London.*
Zograff, N., *Die Zähne der Knorpelganoiden. Biol. Centralbl. 1887.*

XI.

Amphibien und Reptilien.

Bächthold, J. J., *Die Giftwerkzeuge der Schlangen. Tübingen 1843.*
Baur, *Morphologie des Unterkiefers der Reptilien. A. Anz. 1896. p. 410 u. 569.*
— *Das Gebiß von Sphenodon und Bemerkungen über Sauropsiden. A. Anz. 1896.*
— *The Stegocephali. A. Anz. 1896. p. 657.*
Bronn, *Klassen des Tierreichs. Amphibien und Reptilien. Bearb. von C. K. Hoffmann.*
Behrends, G., *vide X.*
Busch, C. H., *Zur Kenntnis der Gaumenbildung bei den Reptilien. 1898.*
Carlsson, A., *Zahnersatz bei Agama colonor. A. Anz. 1896. p. 758.*
Cope, E. D., *Remarks on communication of Kinkelin: Ein fossiler Giftzahn. Zool. Anz. Bd. 15. p. 224*
Credner, H., *Zur Histologie der Faltenzähne paläoz. Stegocephalen. Math.-phys. Kl. d. Sächs. Ges. d. Wiss. 1893.*
Dollo, L., *Nouvelle note sur le Champosaure, Rhynchocephalion etc. Ref. Oest. V. f. Z. 1893. No. 1.*
Ecker, A., *Anatomie des Frosches. Braunschweig 1888.*
Fayrer, *Schnelles Wachstum der Zähne bei den Giftschlangen. Z. 1872.*
Fraas, E., *Die Labyrinthodonten der schwäbischen Trias. Stuttgart 1889.*
Gaupp, E., *Primordial-Cranium- und Kieferbogen von Rana fusca. Habilitat.-Schrift Breslau 1892.*
Goldstein, H., *Zur Kenntnis des Eizahnes der Reptilien. Dissert. Königsberg 1890.*
Gutzeit, E., *Hornzähne der Batrachierlarven. Z. f. wiss. Zool. 1890.*

Hager, P. K., *Die Kiefermuskeln d. Schlangen u. ihre Bez. zu d. Speicheldrüsen. 1905.*
Harrison, H. Sp., *Hatteria punctata; its dentitions etc. A. Anz. 1902.*
Hofmann, O., *Munddach der Saurier. 1904.*
Hoffmann, D. K., *Amphibien. (Bronns Klassen des Tierreichs.) 1890.*
— *Reptilien. Ibid. 1890.*
Holl, M., *Epithel in der Mundhöhle von Salamandra mac. 1885.*
— *Zur Anatomie der Mundhöhle von Lacerta agilis. Wien 1887.*
— *Anatomie der Mundhöhle von Rana tempor. 1887.*
Hertwig, O., *Zahnsystem der Amphibien. Bonn 1874. Arch. f. mikr. An.*
Kathariner, *Entwicklung der Zähne bei Schlangen. M. m. W. 1896. No. 4.*
— *Ueber die Schlundzähne von Dasypeltes und Elachistodon. Zool. Jahrb. 1898.*
Kinkelin, F., *Ein fossiler Giftzahn. Zool. Anz. Bd. 15. p. 93.*
Koken, *Bezahnung von Teju teguixim. Ges. naturf. Fr. Berlin. 1887.*
Leche, W., *Ueber Zahnentwicklung von Iguana. A. Anz. 1893.*
Levy, H., *Beitr. z. Kenntn. u. Entw. d. Zähne b. d. Reptilien. Jen. Z. f. Naturw. 1898.*
— **M.**, *Bau und Entwicklung der Zähne bei den Reptilien. 1853.*
Leydig, F., *Die in Deutschland lebenden Arten der Saurier. 1872.*
— *Ueber die Molche der Württemberg. Fauna. Arch. f. Naturgesch. 1877.*
— *Die Zähne einheimischer Schlangen. Arch. f. mikr. An. Bd. 9. 1872.*
Meyer, A. B., *Giftapparat der Schlangen, besonders der Gattung Callophis. Akad. d. Wiss. Berlin. März 1869.*
Müller, J., *Eigentümliche Bewaffnung des Zwischenkiefers der reifen Embryonen der Schlangen und Eidechsen. Arch. f. An. u. Phys. 1841.*
Oeder, R., *Entstehung der Munddrüsen und der Zahnleiste der Anuren. 1906.*
Oudemans, A. C., *The great Sea-Serpent. London 1892.*
Owen, R., *Skull and dentition of Galesaurus. London 1887.*
Peters, W., *Der Ductus pneumaticus des Unterkiefers bei den Krokodilen. Akad. d. Wiss. Berlin. 1870.*
— *Ueber die Batrachiergattung Hemiphratus. Ibid. 1862.*
Röse, K., *Das rudim. Jakobsonsche Organ d. Krok. u. des Menschen. A. Anz. 1893.*
— *Nasen- und Gaumendrüsen von Crocodilus porosus. Ibid. 1892.*
— *Zahnentwicklung der Kreuzotter. Ibid. 1894.*
— *Zahnentwicklung der Krokodile. Ref. Oest. V. f. Z. 1893. No. 1 und 1894. No. 1.*
— *Zahnentwicklung von Chamaeleon. A. Anz. 1893. No. 17.*
— *Zahnentwicklung der Reptilien. D. M. f. Z. 1892. No. 4.*
— *Zahnentwicklung der Schwanzmolche. Morph. Arb. 1895.*
— *Zahnentwicklung von Chlamydoselachus anguineus. Ibid. 1895.*
Schlegel, H., *Speicheldrüsen bei Furchenzähnen. Bonn 1829.*
Seeley, *Anomodont reptiles. Phil. Transact. 1888—1895.*
Sirena, S., *Bau u. Entw. d. Zähne b. d. Amph. u. Rept. Ctbl. m. Wiss. 1870. No. 48.*
Sluiter, C. Ph., *Eizahn und Eischwiele einiger Reptilien. Morph. Jahrb. 1893.*
Thäter, K., *Das Munddach der Schlangen und Schildkröten. Gegenbaurs Morph. Jahrb. Bd. 41. H. 3.*
Tomes, J., *Development of teeth of Batrachia and Lizards. Phil. Trans. 1875.*
— *Development of teeth of Ophidii. Ibid. 1875.*
— *Development of teeth in Reptilia and Batrachia. Monthly micr. J. 1874.*
— *Development of teeth of Newt, Frog, Blind-worm &c. 1874.*
— *Development and success. of poison-fangs of snakes. 1877.*
Vörkel, G., *Bau und Entwicklung der Giftzähne von Pelias berus. 1895.*
Wattson, D. M. S., *On a skull of Rhynchosaurus in the Manchester Mus. Brit. Ass. Adv. Sc. Winnipeg. 1909.*
West, G. S., *Buccal glands and teeth of poison snakes. 1896.*
Wiedersheim, R., *Salamandrina perspicillata. Genua 1875.*
Woodward, A. *On skull of Megolosaurus from great oolite of Glocestersh. Quart. J. Geol. Soc. London. 1910.*
— *and* **Smith,** *On a tooth of a triassic dinosaur from San Paulo. Brit. Ass. Adv. Sc. Winnipeg. 1909.*

XII.
Vögel.

Arloing, *vgl. Abt. XIII.*
Burkhardt, R., *Gebiß der Sauropsiden. Morph. Arb. 1895. No. 7.*
Bronn, *Klassen des Tierreichs. Vögel. Bearb. von Gadow.*
Carlsson, A., *Schmelzleiste bei Sterna hirundo. A. Anz. 1896.*
Cuvier, *Leçons d'anatomie comp. T. 4. Paris 1838.*

Fraisse, P., *Ueber Zähne bei Vögeln. Würzburg 1880.*
Geoffroy St. Hilaire, E., *Syst. dent. des mammifères et des oiseaux etc. Paris 1824.*
— *J., Syst. dent. des oiseaux, princip. chez le perroquet. 1824.*
Gadow, H., *Aves. (Bronns Klassen des Tierreichs.) 1891.*
Heerwagen, A., *Beitr. z. Kenntn. d. Kiefergaumenapp. d. Vögel. Diss. Erlangen 1889.*
Marsh, O. C., *Odontornithes. Washington 1880.*
Pycraft, W. P., *On a fossil bird from lower pliocene. Zool. Soc. London. 1909. Pt. 2.*
Röse, K., *Zahnleiste und Eischwiele der Sauropsiden. A. Anz. 1892. No. 23/24.*
Schenk, F., *Ueber die Entw. d knöch. Unterkief. d. Vögel. Oest. V. f. Z. 1898. No. 1.*

XIII.

Säugetiere.

(Im allgemeinen.)

Adloff, P., *Noch einiges über Beurteilung überzähliger Zähne etc. im Zahnsystem der Säugetiere. D. M. f. Z. 1901. No. 9.*
— *Zur Frage nach der Entstehung der heutigen Säugetierformen. Z. f. Morph. u. Anthr. 1902. No. 2.*
— *Zur Entwicklung des Säugetiergebisses. A. Anz. 1905.*
— *Ueber den gegenwärtigen Stand der vergl. Morphologie des Zahnsystems d. Säugetiere und des Menschen. Ergebn. d. ges. Zhk. 1910. No. 1.*
Albrecht, P., *Morphologische Bedeutung der seitlichen Kieferspalte und die wahrscheinl. Existenz von vier Zwischenkiefern bei den Säugetieren. Zool. Anz. 1879.*
Ameghino, F., *On primit. type of plexod. molars of mammals. Proc. Zool. Soc. London 1899.*
— *Sur l'évolution des dents d. mammifères. Buenos Aires 1896.*
Annell, G., *Beitrag zur Kenntnis der zahnbildenden Gewebe des Menschen und der Säugetiere. Biol. Unters. Stockholm. 1882.*
Arloing, S., *Applicat. de la méth. graph. à l'étude du mécanisme de la déglutition chez les mammif. et les oiseaux. Paris 1877.*
Baird, S. F., *Mammals of North America. Philadelphia 1859.*
Baume, R., *Bemerk. über d. Entwickl. u. d. Bau d. Säugetierzahnes. D. V. f. Z. 1875. No. 2.*
Beauregard, H., *Consid. sur les deux dentitions des mammifères. Compt. rend. Soc. biol. 1888.*
Bischoff, Th., *Zur Entwicklungsgesch. der Säugetiere u. des Menschen. Leipzig 1842.*
Black, N., *Adapt. modific. as seen in teeth of mamm. Brit. J. D. Sc. 1900. No. 767.*
de Blainville, D., *Ostéogr. icon. comp. du squel. et du syst. dentaire des mammif. etc. Paris 1839 et suivant.*
Blasius, J., *Naturgeschichte der Säugetiere Deutschlands. Braunschweig 1857.*
Bonnett, R., *Grundriß der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere. Berlin 1891.*
Branco, W., *Fossile Säugetierfauna von Ecuador. Pal. Abh. 1883.*
— *Art und Ursache der Reduktion des Gebisses bei den Säugern. Jahresber. d. Württ. Landwirt. Akad. Hohenheim. 1898.*
Broderip, W. J., *On the jaw of a fossile mammif. etc. London 1828.*
Bronn, *Klassen u. Ordnungen d. Tierr. Säugetiere. Bearb. von Giebel und Leche.*
Brock, J., *Entwicklung des Kiefers der Säugetiere. 1876.*
Buckley, P., *Geograph. distrib. of South-African mammals. Proc. of Zool. Soc. 1876.*
Busch, W., *Ueber d. Deutung d. Milchgeb. d. Säugetiere. V. D. O. G. Bd. 4. No. 4.*
Canalis, P., *Sullo sviluppo dei denti nei mammif. A. Anz. 1886. No. 9.*
Chaureau, A., *Comparat. anatomy of domesticated animals. London 1891.*
— *Traité d'anat. comp. des animaux domest. 1879.*
—, **Arloing, S.**, *et* **Lesbre**, *Idem. 1903—1905.*
Chenu, *Hist. naturelle des Pachydermes, Rumin., Edentés, Marsupiaux et Monotrèmes. 1856.*
Cope, E. D., *On homologies and origin of types of mol. teeth of mammif. educabilia. Philadelphia 1874.*
— *Effect of impacts and strains on teeth of mammif. Amer. Naturalist. 1887.*
— *Mechanical causes of develop. of hart parts of mamm. J. of Morph. 1889.*
Cornalia, E., *Mam. foss. de Lombardie: Carniv., Rod., Rum. Milano 1861.*
Cuvier, F., *Dents d. mammif. considér. comme caract. zoolog. Straßbourg 1825.*
Dawkins, W. B., *Classific. of tertiary period by means of mamm. Quart. J. 1830.*
— *Distrib. of British postglac. mammals. Ibid. 1869.*
— *Mammal. fauna of Val d'Arno. Ibid. 1884.*
— *British pleistocene mamm. Pal.-graph. Soc. 1878.*

Dewoletzky, R., *Neuere Untersuch. über d. Gebiß d. Säuger. Jahresber d. Obergymn. Czernowitz 1894/95.*
Disselhorst, R., *Anatomie und Physiologie der großen Haussäugetiere etc. 1906.*
Dybowski, B., *Studien über die Säugetierzähne. Verh. d. Zool.-bot. Ges. Wien. 1889.*
Ellenberger, *Handbuch der vergleichend-mikrosk. Anatomie der Haussäugetiere. 1906.*
— *Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere. 1908.*
— *und* **Günther**, *Grundriß der vergleich. Histologie u. Physiologie der Haustiere. 1908.*
Felix *und* **Lenk**, *Uebers. d. pliozänen Säugetierfauna v. Mexico. Palaeontograph. 1891.*
Figuier, L., *Les mammifères. 1869.*
Filhol, H., *Rech. et études sur les mammif. foss. 1831—1891.*
Fleischmann, A., *Grundform der Backzähne bei Säugetieren und die Homologie der einzelnen Höcker. Berl. Akad. d. Wiss. 1891.*
— *Embryologische Untersuchungen an Säugetieren. 1889—1893.*
Flower, W. H., *Cat. of spec. illustr. osteology and dentition of vertebr. Part 1. Man etc. Part 2. Mammalia 1879. 1885.*
— *Rem. on homol. and notat. of teeth of mamm. J. of An. and Phys. 1869.*
— *Milk dentition of mamm. Trans. Odont. Soc. 1871.*
— *Introd. to osteology of mamm. London 1885.*
— *and* **Lydekker**, *Introduct. to study of mamm. London 1894.*
Friedlowsky, A., *Ueber Mißbildungen von Säugetierzähnen. 1869.*
Fürbringer, *Zur Entw. d. Zahnsyst. d. Säugetiere. I. Ontogenie. 1895. (Vgl. a. Leche.)*
— *Zur Frage der Abstammung der Säugetiere. 1904.*
Gadow, H., *Origin of Mammalia. Z. f. Morph. u. Anthr. 1902.*
Geoffroy St. Hilaire, E., *vide Abt. XII.*
— *et* **Cuvier**, *Hist. natur. d. mammifères. 1820—1842.*
Giebel, Ch. G., *Naturgeschichte des Tierreichs und der Säugetiere. 1859—1864.*
— *Die Säugetiere in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung. 1855.*
— *Fauna der Vorwelt: Säugetiere. 1847.*
— *und* **Leche**, *Die Säugetiere. (Bronns Kl. d. Tierr.)*
Gill, Th., *Arrangement of families of mammals. Washington 1872.*
Goddard, C. L., *Schneidezahn und Profil. D. Digest. 1901. No. 11.*
— *The canine teeth in compar. anatomy. Pac. stomat. Gaz. 1897.*
Goldfuss, A., *Osteol. Beitr. z. Kenntnis versch. Säugetiere d. Vorwelt. Leipzig 1822—24.*
Gregory, W. K., *The orders of mammals etc. Bull. of the Am. Mus. of Nat. Hist. New York. Vol. 27. 1910.*
Haacke, W., *Ueber die Entstehung der Säugetiere. Biol. Centralbl. 1888.*
Haeckel, E., *Systematische Phylogenie der Säugetiere. Berlin 1895.*
Hagemann, O., *Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Haustiere. 1900—1906.*
Hannover, A., *Entwickl. u. Bau d. Säugetierzahnes. Leop.-Carol. Akad. Naturf. 1856.*
Heinrich, G., *Entwickl. d. Zahnbeins b. Säugetieren. Arch. f. mikr. An. u. Entw. Bd. 74.*
Hensel, R., *Homologien u. Varianten d. Zahnform einiger Säugetiere. Morph. Jahrb. Bd. 5. 1879.*
Hoever, R., *Die Beziehungen zwischen Kaumuskulatur, Kiefergelenk und Zahnsystem der Säugetiere. I. Folge: Monotremata, Edentata, Marsupialia. Diss. Bonn 1910.*
Huxley, P. H., *Laws of evolution of mammalia etc. Proc. Zool. Soc. London. 1880.*
Jäger, G., *Fossile Säugetiere Württembergs. Naturw. Jahresh. 1839. 1853.*
Iszlay, *vide Abt. VIII.*
Karlewski, A., *Zahnwechsel der Säuger. Ref. V. D. O. G. Berlin 1896. No. 11 u. 14.*
Kingsley, *Origin of mammals. Science. N. S. Vol. 14. 1901.*
Koken, E., *Fossile Säugetiere aus China. Pal. Abh. 1886—87.*
— *Geschichte des Säugetierstammes. Naturw. Rundschau. 1892.*
Kitt, *Anomalien der Zähne unserer Säugetiere. Od. Ges. Berlin. 1892.*
Kölliker, A., *Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. 1880.*
v. Korff, K., *Entwickl. d. Zahnbeingrundsubst. d. Säugetiere. Arch. f. mikr. Anat. etc. 1905.*
— *Analogie in d. Entwickl. d. Knochen- und Zahnbeingrundsubst. d. Säugetiere. Ibid. 1907.*
Kükenthal, W., *Einige Bemerk. über d. Säugetierbezahnung. A. Anz. 1891. No. 13.*
— *Zur Dentitionenfrage. A. Anz. Bd. 10. 1895. No. 20.*
— *Ursprung und Entwicklung der Säugetierzähne. Jen. Zsch. f. Naturw. 1892.*
— *Entstehung und Entwicklung des Säugetierstammes. Biol. Centralbl. 1892.*
Lataste, F., *Etude de la dent canine. Zool. Anz. 1887.*
— *Des dents except. monophysaires chez les mammifères diphyod. Compt. rend. Soc. de biol. 1888.*
— *Des deux dentitions etc. Ibid. 1888.*
— *Consid. posit. sur les deux dentitions. Ibid. 1888.*
Law, W. J., *Termination of nerves in teeth of mammal. Brit. J. D. Sc. Vol. 51.*
Leche, W., *Studien ü. Entwickl. d. Zahnsyst. b. Säugetieren. Morph. Jahrb. 1892 u. 1893.*

Leche, W., *Ueber Hornzähne bei einem Säugetiere. A. Anz. 1889.*
— *Zur Entwickl. d. Zahnsyst. d. Säugetiere. I. Odontogenie. Bibl. zoologica 1895—1902.*
— *Zur Morphologie des Zahnsystems der Säugetiere. A. Anz. 1897 u. 1898.*
— *Drei Abhandl. ü. d. Zahnsystem der Mammalien. 1895—1897.*
— *Zur Frage nach der stammgeschichtl. Bedeutung des Milchgebisses bei Säugetieren. Zool. Jahrb. 1909. No. 4.*
Legros, Ch., et Magitot, E., *Dével. de l'organe dentaire chez les mamm. J. de l'anat. et phys. T. 17. 1881.*
Leisering, Müller u. Ellenberger, *Handb. der vergl. Anatomie d. Haussäugetiere. 1896.*
Lepkowski, W., *Gefäßverteil. in d. Zähnen v. Säugetieren. Wiesbaden 1897. Vgl. a Abt. III.*
Lemoine, V., *Etude d'ensemble s. les dents des mamm. fossiles des env. de Reims. Bull. Soc. Géol. France T. 19. 1901.*
Lesbre, F. H., *Consid. sur la I. prémolaire de quelq. mamm. domestiques. J. d. conn. méd. 1892.*
Löwenthal, *Zur Kenntnis d. Gl. submax. einiger Säugetiere. A. Anz. 1894.*
Lüben, *Naturgeschichte der Säugetiere. Eilenburg 1848.*
Lydekker, R., *Catalogue of fossil mamm. in Brit. Mus. 1887.*
— *Molar teeth and other remains of mamm. Mem. Geol. Surv. Ind. 1876.*
— *Manual of Palaeontology. 1889.*
— *Fossil vertebrat. of India. 1887.*
— *Zoological Record. 1901.*
— *Mamamlia. 1902.*
— *Handbook to Carnivora. 1895.*
Magitot, Et., *Anomalies du syst. dentaire chez les mammifères. Paris 1874.*
Marcusen, *Ueber die Entwicklung der Zähne der Säugetiere. St. Petersburg 1850.*
Marsh, O. C., *Origin of mammals. Cambridge 1898.*
Martin, P., *Lehrb. d. Anat. d. Haustiere. Bd. 1. Vergl. Anat. u. Hist. Bd. 2. Beschr. Anat. d. einzelnen Haustierarten. Bearb. nach Franks Anat. d. Haustiere. 1902.*
Milne, Ed., *Rech. pour servir à l'hist. natur. des mammif. Paris 1868—74.*
Minet, Ch. S., *Study of mamm. embryol. 1900.*
Moser, G. F., *Das Gaumensegel des Menschen und der Säugetiere. 1868.*
Munk, *vgl. Abt. II.*
Nüsse, H. F., *De mammalium dentibus. Berolini 1835.*
Osborn, H. F., *Evolution of mammal molars from and to the tritub. type. Am. Naturalist. 1888.*
— *Tritubercúly: Review ded. to Prof. Cope. Ibid. 1897.*
— *Recent research. upon the success. of teeth in mammals. Ibid. 1893.*
— *Review of the Cernaysian Mammalia. Proc. Phil. Ac. Nat. Sc. 1890.*
— *Origin of Mammals. Am. Nat. 1898.*
— *Structure of classif. of mesozoic mamm. J. Phil. Ac. 1888.*
Owen, R., *On fossil mammals of Australia. Phil. Trans. Roy. Soc. London. 1859. 1866. 1870—1872.*
— *History of Brit. foss. Mamm. and Birds. 1846.*
— *Classif. of mamm. London 1859.*
Perregaux, Ed., *Einiges über die Lippenmuskulatur der Säugetiere. 1884.*
Pouchet, G., et Chabry, L., *Contrib. à l'odontologie des mammifères. Journ. d'an. et phys. 1884.*
Preiswerk, G., *Vorl. Mitteil. ü. Unters. d. Schmelzes d. Säuget. A. Anz. 1894. Vgl. a. XIV.*
— *Beiträge zur Kenntnis der Schmelzstruktur bei Säugetieren. Basel 1895.*
Rabel, C., *Entwicklung des Gesichtes der Säugetiere. Leipzig 1902.*
Raschkow, J., *Meletemata circa mammalium dentium evolutionem. Vratislaviae 1835.*
Reichenbach, A. B., *Prakt. Naturgesch. d. Menschen u. d. Säugetiere. Leipzig 1855.*
— **H. G. L.**, *Deutschlands Fauna der Säugetiere. 1836.*
Reinke, F., *Untersuchungen über die Horngebilde der Säugetierhaut. 1887.*
Röse, K., *Zur Phylogenie der Säugetiere. Biol. Centralbl. 1892. No. 20.*
Rütimeyer, L., *Eozäne Säugetiere aus Schweiz. Jura. 1862.*
— *Ueber die Herkunft unserer Säugetiere. Basel 1867.*
— *Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz. Schw. Ges. f. Naturw. 1862.*
— *Beziehungen zwischen Säugetierstämmen alter und neuer Welt. Schw. Pal. Ges. 1888.*
Ryder, J. A., *Mechanic. genesis of tooth forms. Proc. Acad. Nat. Sc. Philadelphia 1878.*
Schlosser, M., *Deutung des Milchgebisses der Säugetiere. Biol. Centralbl. 1890—91.*
— *Differenzen des Säugetiergebisses. Ibid. 1890/91.*
— *Bemerkungen zu Leches Entwicklungsgeschichte der Säugetiere. A. Anz. 1897.*
— *Beziehungen der ausgestorbenen Säugetierfaunen und ihr Verhalten zur Säugetierfauna der Gegenwart. Biol. Centralbl. 1888. No. 19.*

Schlosser, M., *Entwicklung der verschiedenen Säugetierformen im Laufe der geologischen Perioden. V. D. O. G. 1892. No. 2/3.*
— *Die fossilen Säugetiere Chinas nebst Odontogr. der rezenten Antilopen. München 1903.*
— *Die Affen, Lemuren, Chiropteren, Insekten, Marsup., Kreodonten und Karnivoren des europ. Tertiärs. 1887—88.*
Schreber, J. C. D., *Naturgeschichte der Säugetiere. 1826—1855.*
Schwalbe, G., *Die Geschmacksorgane d. Menschen u. d. Säugetiere. A. f. mikr. An. 1868.*
Schweitzer, G., *Lymphgefäße des Zahnfleisches und der Zähne. Ibid. 1907.*
Schwink, F., *Zwischenkiefer und Nachbarorgane bei Säugetieren. München 1888.*
Seeley, H. G., *Beschaffenheit und Grenzen des Reptiliencharakters bei Säugetierzähnen. Ref. Oest. V. f. Z. 1888. No. 4; 1889. No. 1.*
— *Origin of Mammalia. Cambridge 1898.*
Severin, F., *Mundepithel bei Säugetieren etc. Kiel 1885.*
Spaček, F., *Gebiß der Säugetiere.*
Stach, *Entstehung des Ersatzgebisses und der Backzähne der Säugetiere. 1904.*
Struska, D., *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere. 1903.*
Studniczka, *vgl. IV.*
Thomas, O., *Deutung des Milchgebisses der Säugetiere. Biol. Centralb. 1890/91.*
— *Notes on Kükenthal's discov. in mamm. dentition. Ann. of Nat. Hist. 1892. No. 4.*
Tims, H. W., *Evolution of teeth in mamm. Brit. D. J. 1903.*
Toldt, C., *Winkelfortsatz des Unterkiefers bei Menschen und Säugetieren. Ak. d. Wiss. Wien. 1904.*
— *Die Ossicula mentalia. Ibid. 1905.*
Toula, F., *Diluviale Säugetierreste von Gesprengberg. Jahrb. d. geol. Reichsanst. 1909.*
Trouessart, E., *Catalogue des mammifères etc. Angers 1885.*
Valentin, G., *Handb. d. Entwicklungsgesch. d. Menschen u. vergl. Rücks. d. Entwickl. d. Säugetiere u. Vögel. Berlin 1845.*
Vogt, C., *Les mammifères. 1884.*
Weber, M., *Die Säugetiere. Jena 1904.*
Winge, H., *Om mammal. tandskifte etc. Kjöbenhavn 1882.*
Woodward, A. F., *Contrib. to study of mamm. dentition. Proc. Zool. Soc. London. 1893. 1896.*
— *and* **Scherborn**, *Catalogue of british fossil vertebrata.*
— *Succses. and genesis of Mamm. teeth. Science Progr. 1894.*
Zdarsky, A., *Die miozäne Säugetierfauna von Leoben. Jahrb. d. k. k. Reichsanst. 1909.*
v. Zittel, K. A., *Geol. Entwickl., Herkunft u. Verbreitung der Säugetiere. München 1893.*

XIV.

Säugetiere (rezente und fossile) nach den einzelnen Ordnungen.

1. Monotremata.

van Bemmelen, J. F., *Ueber die Schädel der Monotremen. Zool. Anz. Bd. 23.*
de Blainville, D., *Dissert. sur la place que la fam. des Orinthorhynques et des Echidnés doit occuper etc. Paris 1812.*
Brühl, C., *Das Monotremenskelett. Wien 1891.*
Caldwell, W., *Embryol. of Monotremata and Marsupialia. Phil. Trans. 1887. No. 1.*
Chapman, C., *Anatomy of Echidna. 1887.*
Chenu, *vgl. unter XIII.*
Falconer, H., *On Plagiaulax. Quart. J. Geol. Soc. 1857. 1862.*
Geoffroy-St. Hilaire, *Monotrèmes. Bull. Soc. Philom. 1803.*
Gervais, P., *Ostéographie des Monotrèmes. 1879.*
Hesse, Joa, *De ungular. barb. balaenae, dentium Ornithorhynchi corneor. penet. structura. Berolini 1839.*
Hoever, R., *vide XIII.*
Lydekker, R., *vide XIV, 2.*
Mivart, St. George, *Some points in the anat. of Echidna. Trans. Linn. Soc. 1866.*
Owen, R., *Evidence of a large ext. Monotreme, Echidna Ramsayi. London 1884.*
Poulton, E. B., *True teeth a. horny plates of Ornithorhynchus. Quart. J. Micr. Sc. 1889.*
— *True teeth in young Ornithorhynchus paradoxus. Roy. Soc. London. 1888.*
Sixta, V., *Vgl. osteol. Untersuchungen über den Bau des Schädels von Monotremen und Reptilien. Zool. Anz. Bd. 23.*
— *Monotremen- und Reptilienschädel. Zsch. f. Morph. u. Anthrop. Bd. 2. 1900.*
Stewart, Ch., *On a specimen of true teeth of Ornith. Quart. J. Micr. Soc. 1891.*
— *On true teeth of Ornithorhynchus. 1893.*

Thomas, O., *On dentition of Ornithorhynchus. Proc. R. Soc. London. 1890.*
— *Vgl. a. XIV, 2.*
Wilson, J. F., *and* **Hill, J. P.**, *Obs. on tooth develop. in Ornithorhynchus. Quart. J. Micr. Sc. Vol. 51. 1907.*

2. Marsupialia.

Beddard, F. E., *Anatomy of the Marsupial. London 1887—1891.*
Caldwell, *Vide XIV, 1.*
Carlsson, A., *Zahnentwicklung der diprotodonten Beuteltiere. Zool. Jahrb. Bd. 12. 1899.*
Chenu, *vide XIII.*
Cope, E. D., *Tertiar. Marsupialia. New York 1884.*
Coues, E., *Osteol. a. myol. of Didelphys virg. Mem. Bost. Soc. Nat. Hist. 1872.*
Cunningham, J. D., *Rep. on some points in anatomy of Thylacinus, Phalangista, Phascologale, Challeng. Rep. Vol. 5. 1882.*
Dependorf, Th., *Zur Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems der Marsupialia. Semons Zool. Forsch. etc. Jena 1888.*
Flower, W. H., *Develop. a. success. of teeth in Marsup. Phil. Trans. London 1867. P. 1.*
— *Affinities of Thylacoleo. Quart. J. Geol. Soc. 1868.*
Höwer, *vide XIII.*
Kükenthal, W., *Gebiß von Didelphys. A. Anz. 1891. No. 23/24.*
Leche, W., *Beitrag zur Anatomie des Myrmecobius. Stockholm 1891.*
Lydekker, R., *Dental formula of Marsup. a. placent. Mamm. Proc. Zool. Soc. London. 1899.*
— *Handbook to the Marsup. a. Monotrem. London 1894.*
Murie *and* **Bartlett**, *Movement of symph. of lower jaw in the Kangaroos. Proc. Zool. Soc. London. 1866.*
Owen, R., *Osteology of Marsup. Trans. Sool. Soc. London 1841. 1849. 1873. 1874. 1877.*
— *Skull a. dentition of Tritylodon. Quart. J. Geol. Soc. 1884.*
— *Observ. on Thylacotherium a. Phascolotherium. Trans. Geol. Soc. London 1889.*
— *On Thylacoleo. Phil. Trans. 1859. 1866. 1871. 1883. 1887; Geol. Mag. 1888.*
— *Mandible a. teeth of an ext. Kangaroo. 1880.*
— *Rostorat. of ext. Diprotodon austr. London 1870.*
— *On Phascolomys. London 1872.*
— *On Nototherium. London 1872.*
— *On fossil Macropodidae. London 1874.*
— *Mandib. dentition etc. of Palorchestes (Macropod.). London 1876. 1879.*
— *Res. on fossil rem. of ext. mamm. of Australia and ext. Marsup. of Engl. London 1877.*
— *On a new Sthenurus (Dorcopsis). London 1877.*
— *Descr. of teeth of Scoparnodon. London 1884.*
— *Skull and dentition of Thylacoleo. London 1859.*
Peters, W., *Ueber die Verbind. des Os tympan. mit dem Unterkiefer bei den Beuteltieren. Ak. d. Wiss. Berlin. 1868.*
Röse, C., *Das Jacobsonsche Organ bei Wombat und Opossum. A. Anz. 1893.*
— *Ueber d. Zahnentwicklung d. Beuteltiere. A. Anz. 1892. No. 19/20 1893.*
— *Zahnentwicklung von Phascolomys Wombat. Ak. d. Wiss. Berlin. 1893.*
Stirling, E. C., *Descr. of and new genus a spec. of Marsup. Notoryctes typhlops. Trans. R. Soc. of S. Austral. 1891.*
Thomas, O., *Homolog. a. succession of teeth in the Dasyuridae etc. Phil. Tr. R. Soc. London. 1887.*
— *On Caenolestes etc. Proc. Zool. Soc. London 1895.*
— *Milk dentition of Koala. Ibid. 1887.*
— *Catal. of Marsup. and Monotremata in Brit. Mus. 1888.*
Tomes, J., *Struct. of dental tissues of Marsupialia and Rodentia. London 1849—1850.*
Vrolik, H., *Anatomie v. Dendrolagus. Verh. Ak. Wet. Amsterdam. 1857.*
Waterhouse, G. R., *Natural hist. of Marsupialia. Edinburg 1841.*
Wilson *and* **Hill**, *Obs. upon develop. a. success. of teeth in Perameles &c. Quart. J. of Micr. Sc. 1897.*
Woodward, M. F., *Teeth of Marsupial. with esp. ref. to the premilk dentition. A. Anz. 1896.*
— *Develop. of teeth of Macropodidac. London 1893.*

3. Edentata.

Ameghino, F., *Su la necesidad de borrar el g. Schistopleurum y la classif. y sinonimia de l. Glyptodontes en gen. Buenos Aires 1883.*
Atkinson, E., *Osteology of Chlamydophorus. Liverpool 1870.*
Ballowitz, E., *Schmelzorgan der Edentaten. Arch. f. mikr. An. 1892.*

de Blainville, D., *Ostéogr. des Paresseux et Edentés. Paris 1839 et suivant.*
— *Ostéogr. de Bradypus. Paris 1839—1864.*
Burmeister, H., *Monografia de los Glyptodontes en el Museo publ. de Buenos Aires. 1870—1874.*
— *Osteologie d. Gravigraden. Buenos Aires u. Halle 1881.*
Chenu, *vide XIII.*
Clift, E., *On remains of Megatherium. London 1835.*
Cuvier, G., *Ostéologie des Paresseux. Paris 1804.*
Flower, W. H., *On mutual affin. of Edentata. Proc. Zool. Soc. London. 1882.*
Gervais, P., *Rem. au sujet du syst. dentaire de l'Aï. J. de zool. T. 2. 1873.*
Hartan, R., *Desc. of fossil bones of Megalonyx. Philadelphia 1833.*
Höwer, *vide XIII.*
Huxley, T. H., *Osteology of Glyptodon. London 1865.*
Jäckel, O., *Ueber d. Paratheria, eine neue Klasse v. Wirbelt. Zool. Anz. Bd. 36. No. 6/7.*
v. Klinckowström, A., *Zur Anatomie der Edentaten. Jena 1895.*
Leidy, J., *On the ext. Sloth tribe. Washington 1855.*
Lindahl, J., *Descr. of a skull of Megalonyx. Trans. Am. Phil. Soc. 1891.*
Meyer, H. W., *Schädel von Glyptodon. Palaeontogr. Bd. 14. 1865.*
Nodot, L., *Nouv. genre d'édenté foss. vois. du Glyptodon. Dijon 1856.*
Owen, R., *Anatomy of Myrmecophaga jub. London 1854—1857.*
— *Descript. of remains of Glyptodon clav. London 1839.*
— *Descript. of extinct. gigant. sloth Mylodon rob. London 1842.*
— *On Megatherium americ. London 1851—1859.*
— *On Scelidotherium leptoceph. London 1857.*
Pander und d'Alton, *Das Riesenfaultier Bradypus gig. Bonn 1821.*
Parker, W. K., *Structure a. devel. of skull in Mam. (Edentata and Insectivora.) London 1886.*
Rapp, W., *Anatomische Untersuchungen über die Edentaten. Tübingen 1843.*
Reinhardt, J., *Tandvorholdene hos Dasypus. Vidensk. Medd. f. naturhist. For. Kjöbenhavn. 1877—1878.*
Röse, K., *Beitr. zur Zahnentwicklung der Edentaten. A. Anz. 1892.*
— *Rudim. Zahnanlagen der Gattung Manis. A. Anz. 1892. No. 19/20.*
Schmidt, M., *Krankheiten der zahnarmen Tiere. D. Z. f. Tiermed. 1878.*
Scott, W. B., *Rep. of Princeton Univ. Exp. to Patagonia. 1. Dasypodae. 1903.*
Solger, B., *Zur Anatomie der Faultiere. Leipzig 1875.*
Tauber, *Existence de l'émail sur les dents de lait du Tatusia peba. Quart. J. of Mic. Sc. 1876.*
Thomas, O., *Milk dentition in Orycteropus. Proc. R. Soc. London. Vol. 47. 1890.*
Tims, M. H. W., *Tooth vestiges a. assoc. mouth parts in Manidae. J. of An. a. Phys. 1909.*
Tomes, Ch. S., *Exist. of enamel organ in Armadillo. Quart. J. Mic. Sc. 1874. No. 53.*
Weber, M., *Beitr. zur Anatomie und Entwicklung von Manis. Leyden 1894.*
Wortmann, J. L., *The Ganodonta a. their relat. to Edentata. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. Vol. 9. 1897.*

4. Insectivora.

Anderson, J., *Species and dentition of South-Asiatic Sorices a. on Arctomys dichrous. London 1873.*
— *On osteology a. dentition of Hylomys. Trans. Zool. Soc. London. 1874.*
de Blainville, M. D., *Ostéogr. des Insectivores. Paris 1839—1864.*
— *Ost. de Talpa, Sorex, Erinaceus. Paris 1839—1864.*
Brandt, E., *Untersuch. über das Gebiß der Spitzmäuse. Moskau 1868—1871.*
— *Ueber die Zahnformel der Spitzmäuse. St. Petersburg 1878.*
Cope, E. D., *vide XIV, 11.*
Chenu, *vide XIII.*
Dependorf, Th., *Entw. d. Zahnsyst. der Galeopithecus. Jen. Z. f. Naturw. 1896.*
Dobson, G. E., *Monogr. of the Insectivora. London 1882—1890.*
Duvernoy, G. L., *Sur les dents des Musareignes. Paris 1842.*
Geoffroy-St. Hil., Et., et Cuvier, *Les Insectivores, Vide XIII.*
Ghigi, A., *Sulla dentatura dell' Hemicentetes semispin. Mon. Zool. Ital. 1896.*
Hensel, R., *Beitr. z. Kenntnis foss. Säugetiere (Insectivora, Rodentia). D. Geol. Ges. 1855.*
Leche, W., *Morphologie des Zahnsystems der Insektivoren. A. Anz. 1897. No. 1.*
— *Ueber Galeopithecus. Svenska Vet. Ac. Handl. 1886. No. 11. u. 1888.*
Mivart, S. G., *On Hemicentetes etc. Proc. Zool. Soc. London. 1871.*
— *Notes on osteology of Insectivora. J. of An. and Phys. 1867—1868.*
— *Anatomy of Echidna hyst. 1866.*
Parker, *vide XIV, 3.*
Peters, W., *Ueber Solenodon. Ak. d. Wiss. Berlin. 1863.*

Reinhardt, J., *Maelketandsaetter og Tandskiftningen hos Centetes ecaud. Overs. Dansk. Vidensk. Selsk. Forh. 1869—1870.*
Sahlertz, J., *Tandsaettet og tandskiftet hos Erinaceus europ. Vidensk. Medd. fra d. nat.-hist. For. Kjöbenhavn. 1871.*
Spence, Bate, *Dentition of the common Mole (Talpa eur.). Ann. a. Mag. of Nat.Hist. 1867.*
Sundevall, *Om slägtet Sorex, sowie Oversigt et slägtet Erinaceus. K. Vet. akad. Handl. Stockholm. 1841. 1842.*
Tauber, P., *Om tandsaet etc. hos de danske Flagermuus og Insektaedere. Nat.-hist. Tidskr. Kjöbenhavn 1872.*
Thomas, O., *On insect. genus Echinops etc. Proc. Zool. Soc. London. 1892.*
Woodward, M. F., *On dentition of cert. Insectivora. Proc. Zool. Soc. London. 1896.*

5. Chiroptera.

de Blainville, M. D., *Ostéographie des Cheiroptères. Paris 1839—1864.*
— *Ostéogr. de Vespertilis. Paris 1839—1864.*
Dobson, G. E., *Monograph of Asiatic Chiroptera and catal. of species of Bats etc. Calcutta 1876.*
— *Catal. of Chiroptera in Brit. Mus. Coll. London 1878.*
Fitzinger, L. J., *Kritische Durchsicht der Ordnungen der Chiroptera. Wien 1869—72.*
Kuhl, H., *Die deutschen Fledermäuse. Hanau 1817.*
Leche, W., *Zur Kenntn. des Milchgebisses und Zahnhomologie bei Chiroptera. Lunds Univ. Årsskr. Bd. 14. 1877.*
— *Stud. öfver Mjölkdentitionen etc. hos Chiroptera. Ibid. Bd. 12. 1875.*
Maisonneuve, P., *Traité de l'ostéol. et myol. du Vespertilio mur. Paris 1878.*
Tauber, *vide XIV, 4.*
Weithofer, A., *Zur Kenntn. der fossilen Chiropteren d. franz. Phosphor. Wien 1887.*
Winge, H., *Jordfundene og nulevende Flagermus. E Museo Lundi. Kjöbenhavn 1892.*

6. Carnivora.

Allen, J. A., *An extinct type of Dog (Pachycyon). Mem. Mus. Comp. Zool. No. 2. 1885.*
— *Hist. of North Am. Pinnipeds. Washington 1880.*
Backhouse, J., *Mandible of Machairodus. 1886.*
v. Bär, K. E., *Anatomische Untersuch. über das Walroß. St. Petersburg 1835.*
van Beneden, P. J., *Sur les dents de lait de l'Otaria Bull. de l'Ac. roy. de Belg. 1871.*
de Blainville, M. D., *Ostéographie des Mustelidae. Paris 1841.*
— *Ost. des Viverridae. Paris 1842.*
— *Ost. de la famille Ursus. Paris 1864.*
— *Ost. de la famille Subursus. Paris 1864.*
— *Ost. de la famille Felis. Paris 1839—1864.*
— *Ost. de la famille Hyaena. Idem.*
— *Ost. de la famille Canis. Idem.*
— *Ost. de la famille Phoca. Idem.*
— *Ost. de la famille Viverra. Idem.*
— *Ost. de la famille Mustela. Idem.*
Boule, M., *Desc. de la Hyaena brevirost. Am. Sc. nat., Zool.. T. 15. No. 85.*
Bourguignat, J., *Hist. des Félides foss. en France. Paris 1879.*
Busk, *Cranial a. dental charact. of Hyaena. London 1866.*
Camerano, L., *Ric. int. all' anat. di un feto di Otaria gub. Torino 1882.*
Capitan, L., *Altérat. dentaires chez les chiens. Prog. dent. 1883.*
Chenu, *Hist. nat. des mamm. Carnassiers. Paris 1855.*
Cope, E. D., *Origin of specialised teeth of Carnivora. Am. Nat. 1879. No. 3.*
— *Mechan. origin. of sector. teeth of Carnivora. Proc. of Am. Ass. Massachus. 1887. No. 8.*
— *On Felidae and Canidae. Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia 1879.*
Cornalia, *vide XIII.*
Coues, E., *Fur bearing animals (Mustelidae). Washington 1877.*
Eimer, Th., *Verwandtschaftliche Bezieh. der Raubsäugetiere. Humboldt. Bd. 9.*
Ellenberger *und* **Baum**, *Anatomie des Hundes. Berlin 1891.*
Elliot, D. G., *Monogr. of Felidae. London 1878—1884.*
Filhol, E. und H., *Descript. des ossem. foss. de Felis spelaea. Paris 1871.*
Fleischmann, A., *Embr. Untersuch. über einh. Raubtiere. Wiesbaden 1889.*
Garson, J. G., *Verschiedenh. d. Zähne b. d. Karnivoren, M. Rev. of D. Surg. 1880. No. 1.*
Gayot, E., *Le chien. Hist. nat. etc. Paris 1867.*
Geoffroy-St. Hil., Et., *et* **Cuvier**, *Les Carnivores. Vide XIII.*
Gervais, P., *Dentition et squelette d'Eupleres. J. d. Zool. 1874.*

Gervais, G., *Rem. ostéologique s. l'Enhydris marina. Ibid. 1875.*
Gray, J. A., *Catal. of Carnivorous, Pachyd. a. Edent. of Brit. Mus. London 1869.*
— *Seales, Morses, Sea-Lions, Sea-Bears in Brit. Mus. Handlist. London 1874.*
— *Skulls of Felidae. London 1867.*
Griffith, E., *Descript. of Carnivora a. Quadrumana. London 1821.*
Guiscardi, G., *Sopra un teschio foss. di Foca. Napoli 1871.*
Hamilton, R., *Nat. hist. of Pinnipedia a. Cetacea. Edinburgh 1839.*
— *Nat. hist. of amphib. Carnivora (Seals). Edinburgh 1860.*
Home, E., *Difference of teeth a. shape of skull in diff. spec. of seals. London 1822.*
Huxley, T. H., *Cranial a. dental char. of Canidae. London 1880.*
Jardine, W., *Nat. hist. of Felinae. Edinburgh 1834.*
Jeitteles, L., *Stammväter der Hunderassen. Wien 1877.*
Kersten, H. M., *Capitis Trich. rosmari descript. osteol. Berolini 1821.*
Kükenthal, W., *Entwicklungsgesch. Untersuch. a. Pinnipediergebiß. Jen. Z. f. Nat. 1893.*
Kutorga, S., *Zur Naturgesch. von Phoca com. Moskau 1839.*
Lartet, *Carnassiers et Rhinoc. foss. du midi de France. Ann. Sc. nat. Zool. 1867.*
Lemoine, V., *Etude sur le Néoplagiaulaux. Bull. Soc. Géol. Fr. 1883.*
Lydekker, R., *Handbook to Carnivora. London 1895.*
Malmgreen, A. E., *Om tandbyggnaden hos Walrossen. Ofv. K. Vet.-Akad. Förh. 1863.*
v. Middendorf, A., *Untersuch. an Schädeln von Bären etc. Min. Ges. St. Petersb. 1851.*
Milne and **Grandidier**, *Obs. anat. sur quelques mam. (Cryptoprocta). Ann. Sc. Nat. Zoologie. 5e série.*
Mivart, St. George, *The Cat. London 1881.*
— *Anatomy etc. of Arctoidea. Proc. Zool. Soc. London. 1885.*
— *Monograph of Canidae. London 1890.*
— *Notes on Pinnipedia. Proc. Zool. Soc. London. 1885.*
Mortillet, G., *Le chien. Bull. Soc. d'anthrop. Paris 1889.*
Nehring, A., *Schädelform und Gebiß von Canis jubatus. Ges. naturw. Fr. 1884. No. 7.*
— *Ueber Cuon alpin. fossilis. Jahrb. f. Min. Geol. Pal. Bd. 2. 1890.*
— *Einige Canis-Schädel mit auffäll. Zahnformel. Ges. naturw. Fr. 1882. No. 5.*
Owen, R., *Anat. of Felis jubata. London 1835.*
Reichenbach, H. G. L., *Der Hund in Haupt- und Nebenrassen. Leipzig 1835.*
— *Vollständ. Naturgeschichte der Raubsäugetiere. Leipzig und Dresden 1852.*
Rosenthal, F., *Anatomie des Seehundes. 1825.*
Scheidt, P., *Morphol. und Ontogenie des Gebisses der Hauskatze. Morph. Jahrb. 1894.*
Scott, W., *Osteology of Dinictis felina. Philadelphia 1889.*
— *Revision of Americ. Creodonta. Philadelphia 1892.*
Shaw, V., *Illustr. Buch vom Hunde. Leipzig 1883/84.*
Smith, Ch., *Nat. Hist. of Dogs. Edinburgh 1839/40.*
Stannius, H., *Gebiß und Schädel des Walrosses. Müllers Archiv. 1842.*
Strauss-Durkheim, K., *Anatomie du Chat. Paris 1845.*
Tenow, S. W., *Bidrag till Kännedormen om Tandomsättningen hos Slägtet Phoca. Bih. Vet. Ak. Hand. Stockholm. 1875.*
Tomes, Ch., *On minute struct. of teeth of Creodonts. Zool. Soc. London. 1906.*
Tims, H. W. M., *On tooth genesis in Canidae. J. Linn. Soc. London. 1896.*
Trouessart, E. L., *Cat. des Carnivores viv. et foss. Paris 1886.*
Wagner, And., *Spez. Diff. zwisch. Hyaena brunca, striata, croc. in der Beschaffenheit des Schädels und Gebisses. Münch. Akad. 1843.*
Watson and **Young**, *On anatomy of Hyaena crocuta. Proc. Zool. Soc. London. 1877—1879.*
Weithofer, A., *Die fossilen Hyänen des Arnotales. Wien 1889.*
Windle and **Humphreys**, *Cranial and dental char. of domestic Dog. London 1890.*
Winge, H., *Jordfundene og nulevende Rovdyr (Carnivora). E Museo Lundi. Kjöbenhavn 1895.*
Woldrich, J. N., *Caniden aus dem Diluvium. Wien 1878.*
— *Beitrag zur Geschichte des fossilen Hundes. Wien 1881.*
Zaborowski, *Les chiens quatern. 1885.*

7. Rodentia.

Adloff, P., *Entwicklungsgeschichte des Nagetiergebisses. Zool. Anz. Bd. 20 und Jen. Z. f. Naturw. 1898.*
Bennett, St., *Bedenkl. Resultat b. d. immerwachs. Zähnen d. Nager. Korr. f. Z. 1885. p. 81.*
— *On genus Octodon. London 1836.*
Betts, E. G., *Beobachtungen über die Zähne einiger Nager. Korr. f. Z. 1885. p. 82.*
Bonn, A. C., *Anatome Castoris. Lugd. Bat. 1806.*

Brandt, J. F., *Allmähl. Fortschr. in der Gruppierung der Nager. St. Petersburg 1835.*
Brubacher, A., *Uebermäß. Wachst. d. Schneidezähne b. Nagern. D. M. f. Z. 1892. p. 1.*
Brunn, F., *Unvollkommene Zahnentwicklung der Mahlzähne bei Mus decumanus. Arch. f. mikr. An. 1879.*
Cederblom, E., *Zahnwechsel bei Nagern. Zool. Jahrb. Bd. 13. 1900. No. 3.*
Cope, E. D., *Mechan. causes of origin of dentition of Rodentia. Am. Natur. 1888.*
Cornalia, *vide VIII.*
Coues, E., *On Geomys and Thomomys and Geomidae. Washington 1875.*
— *Dental charact. of Muridae. Acad. of Nat. Sc. Philadelphia. 1874.*
— *and* **Allen**, *Monogr. of North Amer. Rodentia. Washington 1877.*
Döbner, *Zoologischer Garten (Hasen und Eichhörnchen). 1865.*
Erdl, M., *Untersuchungen über Bau der Zähne bei den Wirbeltieren, besonders bei den Nagern. Akad. d. Wiss. München. Bd. 3. 1841.*
Farrar, W., *Observ. on praeternat. growth of incisor teeth. London 1830.*
Fitzinger, L. J., *Nat. Anordnung der Nagetiere. Wien 1867.*
Fougeroux, *Obs. anatomiques (Lep. cun., Cavia). Hist. Ac. R. d. Sc. Paris. 1770.*
Freund, P., *Beitr. zur Entwicklungsgeschichte der Zahnanlagen bei Nagetieren. Diss. Bonn. Erlangen 1892.*
Geoffroy-St. Hilaire., E., *Sur Hydromys. Paris 1805.*
— *Mém. sur les dents antér. des Rongeurs. Paris 1832.*
— *et* **Cuvier**, *Les Rongeurs. Vide XIII.*
Giebel, Ch. G., *Beitrag zur Osteologie der Nagetiere. Naturw. Ver. f. Sachsen. Halle und Berlin. 1857.*
McGillavry, Th. H., *Les dents incisives du Mus decumanus. Arch. néerl. sc. exact. et nature. Haarlem 1875.*
Heinick, P., *Entwickl. des Zahnsystems von Castor fiber. Diss. Zool. Jahrb. Bd. 26. 1908.*
Hensel, R., *vide XIV, 4.*
Hoffmann *und* **Weyenbergh**, *Osteologie u. Myologie v. Sciurus vulg. Haarlem 1870.*
Jenyns, L., *Observ. on praenat. growth of incis. teeth of Rodentia. London's Magaz. of Nat. Hist. 1829.*
Kafka, J., *Rezente und fossile Nagetiere Böhmens. Prag 1894.*
Krause, W., *Anatomie des Kaninchens. Leipzig 1884.*
Lichtenstein, H., *Springmäuse der Gattung Dipus. Berlin 1825.*
Lilljeborg, W., *Systemat. öfversigt af de Glires. Upsala 1866.*
Lukis, F. C., *On extraord. growth of incisor teeth &c. in Rabbit. London 1883.*
Mahn, R., *Bau und Entwicklung der Molaren bei Mus und Arvicola. Diss. Erlangen. 1890 und Morph. Jahrb. 1910. No. 4.*
Major, C. J. F., *Fossil and recent Lagomorpha. Tr. Linn. Soc. London. 1899.*
— *Nagerüberreste aus Bohnerzen Süddeutschlands u. d. Schweiz. Palaeontograph. 1873.*
— *Myodes torquatus. Atti della Soc. It. di Sc. nat. 1872.*
Marius, J., *Traité du Castor. Paris 1746.*
Marsh, O. C., *Princip. charact. of Tillodontia. Ann. J. Sc. 1876,*
Martin, H. T., *Casterologia. London 1892.*
Meyer, N., *Prodromus anat. murium. Jenae 1800.*
Meyerheim, M., *Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung der Schneidezähne bei Mus decumanus. Diss. Leipzig 1898.*
Milne-Edwards, A., *Sur le type d'une nouv. famille des Rongeurs. Paris 1870.*
Mivart, St. George *and* **Murie**, *Anatomy of crested Agouti, Dasyprocta crist. Proc. Zool. Soc. London. 1866.*
Mulder, Cl., *Over het buitengewoon uitgroeijen van de snijtanden bij verschillende Knaagdieren. Amsterdam 1864.*
v. Nathusius, H., *Ueber die sog. Leporiden. Berlin 1876.*
Nehring, A., *Länge und Achse der Schneidezahnalveolen bei den Nagetieren. Z. f. d. ges. Naturwiss. Halle. 1875.*
— *Schädel-, Gebiß- und Schwanzbildung von Platycercomys platiurus. Zool. Anz. 1900.*
Newton, E. T., *On a skull of Trogontherium. Transact. Zool. Soc. London. 1892.*
Noë, J., *Vitesse de croissance des incis. chez les Léporides. C. R. hebdom. de Soc. de Biol. Paris. 1902.*
Oudet, E., *Expér. sur l'accroiss. contin. des dents des Lapins etc. J. de phys. 1823. 1824.*
— *Anatom.-physiolog. Betrachtungen über die Zähne mit geteilter Krone, besonders der Mahlzähne des Hasens und Kaninchens. Z. 1855.*
Pallas, *Novae species Quadrupedum et Glirium ordine (Mus talpin. et Sciurus). Erlangae 1778.*
Peters, W., *Einige merkwürdige Nagetiere: Spalaeomys, Mus tomentosus et squamin. Akad. d. Wiss. Berlin. 1860.*
— *Neue oder wenig bekannte Nager. Berlin 1866—1874.*

Peters, W., *Dinomys, eine merkwürdige neue Gattung der Nager. Festschr. Ges. naturf. Fr. Berlin 1873.*
— *Ueber vier neue Arten Nagetiere aus Afrika. Berlin 1874.*
— *Ueber Taschenmäuse etc. Berlin 1875.*
Pictet, F. J., *Mammifères — Rongeurs — de Musée de Genève. 1841.*
— *Monogr. des Rats du Brésil. Genève 1844.*
Reiniger, A., *Anatomie u. Odontogenie d. beiden Dentitionen v. Lepus cuniculus. 1900.*
Rötler, F., *Entwicklung und Wachstum der Schneidezähne bei Mus musculus. Diss. Erlangen. 1889 und Morph. Jahrb. 1890.*
Sachse, B., *Beitrag zur Kenntnis der Entwicklung der Schneidezähne bei Mus musculus. Diss. Leipzig. 1895.*
Schlosser, M., *Nager d. europäisch. Tertiärs etc. Palaeontographica. Bd. 31. Cassel 1884.*
Schmidt, M., *Krankheiten der Nagetiere, Zahnkaries etc. D. Z. f. Tierk. u. Path. 1875.*
Schneider, O., *Die einheimischen Rattenarten. Bonn 1881.*
Sclater, W. L., *On some Indian Rats &c. London 1890.*
Scott, W. B., *Protoptychus Hatcheri, a new Rodent &c. Pr. Ac. Nat. Sc. Philadelphia. 1895.*
Stach, J., *Odontogenie der Schneidezähne bei Lepus cuniculus. Extr. du Bull. de l'Ac. d. Sc. 1910. Avril.*
Thomas, O., *Indian spec. of genus Mus. London 1881.*
— *On new Rodentia spec. Muridae. London 1882—89.*
Thunberg, C. P., *Leporis dentes monstrosi. München 1824.*
Tomes, J., *Struct. of dental tissues of Mars. and Rodentia. London 1849—50.*
Trouessart, E. L., *Cat. des Rongeurs viv. et foss. Angers 1881.*
Tullberg, T., *System der Nagetiere. Upsala 1899.*
— *Ueber einige Muriden aus Kamerun. Upsala 1893.*
Waterhouse, G. R., *Nat. Hist. of Mammalia. II. Rodentia. 1848.*
Weber, F. H., *Beitrag z. Anatomie u. Physiol. d. Bibers. Sächs. Ges. d. Wiss. 1848.*
Wiedersheim, R., *Ueber ein abnormes Rattengebiß. A. Anz. 1905.*
Winge, H., *Jordfundene og nulevende Gnavere (Rodentia). E Museo Lundi. 1888.*
Woodward, M. F., *On milk dentition of Procavia capensis (Hyrax) and of the Rabbit (Lepus cuniculus) &c. Proc. Zool. Soc. London. 1892.*
— *On milk dentition of the Rodentia &c. A. Anz. 1894. No. 19/20.*
Wortman, J. L., *Characters of Tillodontia. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 1897.*

8. Ungulata.

Adloff, P., *Zur Entwicklung des Zahnsystems von Sus scrofa. A. Anz. 1901.*
Allen, J. A., *Americ. Bisons living and extinct. Cambridge 1876.*
d'Alton, E., *Descriptio dentium Camelopard. Giraff. etc. Bonn 1825.*
Ameghino, Fl., *Observ. sobre el ordine de los Toxodontes etc. Cordoba 1887.*
— *Rech. de morph. phylogénét. sur les molaires sup. d. ongulés. 1904.*
Alessandri e Scattaglia, *Animali quadrupedi. Venezia 1771—75.*
Audubon, J. J., *Quadrupeds of North America. Philadelphia 1859.*
Baudement, E., *Les rasses bovines. Paris 1856.*
Bayle, E., *Système dentaire de l'Anthracothérium. 1855.*
Beddard, F. E., *Contrib. to anatomy of Hipp. amph. Proc. Zool. Soc. London. 1910.*
Bell, T., *Hist. of Brit. Quadrupeds incl. Cetacea. 1874.*
Bettany, G., *On the genus Merycochoerus. Quart. J. Geol. Sc. London. 1876.*
Bild, A., *Entwicklungsgeschichte des Zahnsystems bei Sus domest. A. Anz. 1902.*
de Blainville, M. D., *Ostéographie des fam. Hippotamus et Sus. Paris 1839—1864.*
— *Ostéographie de la fam. Rhinocéros. Paris 1839—1864.*
— *Ostéographie de Palaeothérium etc. Paris 1839—1864.*
Bojanus, L., *De Mericotherii sibir. s. gigantei animalis rumin. etc. Vilnae 1823.*
— *De dentitione Equini. gen. Ovisque domest. Ac. Leopold. 1824.*
Brandt, A., *Wandtafeln zur Bestimmung des Alters des Pferdes nach den Zähnen. 1885.*
Brandt, J. F., *Observat. de Elasmotherii reliquis. Petropolis 1864.*
— *De Rhinocerotis tichorhini structura ext. et osteologia etc. Petropolis 1849.*
— *Ueber die Gattung Elasmotherium. St. Petersburg 1878.*
— *Versuch einer Monographie der Tichorhinen-Nashörner. St. Petersburg 1877.*
— *Zoogeograph. und paläontolog. Beiträge (Bison, Auerochse etc.). St. Petersburg 1867.*
Brarard, *Monographie du genre Caenotherium. 1835.*
Brook, V., *On the genus Cervulus. London 1874.*
— *Classification of Cervidae. London 1878.*
Busch, *Ueber die Zähne der Huftiere. V. D. O. G. Berlin. 1891. 1892.*
— *Das gegenseitige Verhalten der Hörner und Zähne der Säugetiere. V. D. O. G. Berlin. 1890.*

Burmeister, H., *Descripc. de la Macrauchenia patach. Buenos Aires 1875.*
— *Die fossilen Pferde der Pampasformation. Buenos Aires 1875. Suppl. 1889.*
Caton, J. D., *Antilope, a Deer of Amer. Boston 1884.*
Chenu, *vide XIII.*
de Christol, M., *Rhinocéros foss. Ann. Sc. nat. 1835.*
Clarke, W. H., *Horses teeth. New York 1880.*
Cobbold, T. S., *Anatomy of Giraffe. London 1860.*
Cope, E. D., *On shortfooted Ungulata. New York 1873.*
— *Mechan. origin of dentition of Amblypoda. Proc. Am. Phil. Soc. 1880.*
— *Permanent a. tempor. dentition of certain three-toed Horses. Am. Nat. 1892.*
— *Phylogeny of Camelidae. New York 1886.*
— *The Perissodactyla. Am. Nat. 1887.*
— *On ext. Amer. Rhinoceros and their allies. Am. Nat. 1879.*
Cornalia, *vide XIII.*
Crisp, E., *Form etc. of viscera of Hippopotamus. Proc. Zool. Soc. London. 1867.*
Dawkins, W. B., *Dentition of Rhinoceros etruscus Falc. Quart. J. 1868.*
— *Dentition of Rhinoceros leptorhinus. Quart. J. 1867.*
Dechambre, *Quelques particular. de la dentition dans l'espèce ovine. Rec. de méd. vét. Paris. 1903.*
Döderlein, L., *Ueber Skelett von Tapirus Pinchacus. Diss. Erlangen 1877.*
Drummond, W., *On African Rhinoceroses. Proc. Zool. Soc. 1876.*
Duvernoy, M., *Nouv. rech. sur les Rhinocéros foss. Arch. d. Mus. 1854.*
Earle, Ch., *Prel. obs. upon Palaeosyops &c. J. Ac. Nat. Sc. Philadelphia. 1891.*
— *Mem. upon genus Palaeosyops. Ibid. Philadelphia 1892.*
— *Revis. of spec. of Coryphodon. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 1892.*
Ellenberger, *Top. Anatomie des Pferdes. 1893—97.*
Mc Fadyean, J., *Anatomy of Horse. London 1884.*
Falconer and **Cantley**, *Fossil rem. of Anoplotherium and Giraffe. London 1843.*
— *Fauna antiqua Sivalensis. London 1846—1868.*
Flower, W. H., *Horse in modern science. London 1891.*
— *Some cranial a. dental charact. of exist. spec. of Rhinoceroses. Proc. Zool. Soc. London. 1876.*
— *On visceral anat. of Hyomoschus. Ibid. 1867.*
— *On struct. a. aff. of Musk-deer. Ibid. 1875.*
Franck, L., *Anatomie der Haustiere, besonders des Pferdes. Stuttgart 1883.*
Fraas, O., *Diplobune bavar. Palaeontographica. 1870.*
Garrod, A. H., *On anatomy of Musk-deer. Proc. Zool. Soc. London. 1877.*
— *On visc. anat. a. osteol. of Ruminants. Ibid. 1877.*
Gaudry, A., *Rem. sur le Palopothérium. Nouv. Arch. d. Mus. d. France 1865.*
Geoffroy- St. Hill, E., et **Cuvier**, *Les Pachydermes. Vide XIII.*
— *Les Ruminants. Vide XIII.*
Ghigi, A., *Sui denti dei Tapiridi. Pavia 1900.*
Giebel, Ch. G., *Beschreibung zweier fossiler Rhinocerosschädel. Merseburg 1846.*
Gratiolet, P., *Rech. sur l'anat. de l'Hippopotame. Paris 1867.*
Griffith, *vide XIV, 6.*
Günther, F. und **K.**, *Lehre vom Alter des Pferdes etc. Hannover 1859.*
Gurlt, E. F., *Anatomie des Pferdes. Berlin 1832.*
Hamilton, Sm., *Cervidae in Griffith's Animal Kingdom. 1827.*
Hatcher, J. B., *Recent a. foss. Tapirs. Am. J. Sc. 1896.*
Hébert, E., *Coryphodon. Ann. d. Sc. nat., Zool. Paris 1856. 1857.*
Hensel, R. F., *Zahnformel für die Gattung Sus. Act. Leop.-Carol. Dresden 1875.*
— *Hipparion medit. et brachypus. Abh. Berl. Ak. 1860. 1862.*
Hoffmann, A., *Entwicklung des Kronenzementes an den Backzähnen der Wiederkäuer. Z. f. wiss. Zool. 1894. No. 4.*
Hörnes, R., *Milchbezahnung von Entelodon Aym. Wien 1892.*
Jardine, W., *Nat. hist. of Deer, Antilopes, Camels &c. Edinburgh 1843.*
Joly et **Lavocat**, *Rech. hist. zool. anat. et paléont. sur la Girafe. Strasbourg 1843.*
Kallius, F., *Beitr. z. Entwickl. d. Zunge. III. Säugetiere. Sus scrofa. 1901. A. Hefte.*
Keller, F. C., *Die Gemse. Klagenfurt 1886.*
Kiesow, J., *Kenntnis der Backzähne von Rhinoceros trich. Danzig 1879.*
Kindberg, J. G. H., *Svinets tänder. (De dentibus suidum.) Stockholm 1875.*
Klever, E., *Morphogenese des Equidengebisses. Morph. Jahrb. Bd. 15. 1889.*
Kölliker, A., *Entwicklung des Zahnsäckchens der Wiederkäuer. Z. f. wiss. Zool. 1863.*
Kowalewsky, W., *Osteol. of Hyopotamidae. Phil. Proc. Roy. Soc. London. 1873.*
— *Monogr. von Anthracotherium. Palaeont. 1873.*
— *Osteologie von Entelodon. Palaeont. 1876.*

Kowalewsky, W., *Osteologie von Gelocus. Palaeont. 1878.*
Lankester, E. R., *On Okapia. Trans. Zool. Soc. London. 1902.*
— *Structure of tooth in Ziphius Sowerb. London 1807.*
Leidy, J., *Mem. of extinct. Dicotylinae of N. America. Reims 1880.*
— *Ost. of head of Hippopotamus. 1853.*
Leisering, A. G. F., *Anatomie des Pferdes und der übrigen Haustiere. Leipzig 1886.*
Lemoine, V., *Charact. génériques du Pleuraspidothérium. 1884.*
Lesbre, T. X., *Rech. anat. sur les Camélidés. Lyon.*
— *Obs. sur les mâchoires et les dents d. Solipèdes. Soc. d'anthr. de Lyon. 1892.*
Lombardini, L., *Ricerche sui Camelli. Pisa 1879.*
Lönnberg, E., *Struct. a. anatomy of the Musk-Ox. Proc. Zool. Soc. London. 1900.*
— *Short comp. notes on anat. of Indian Tapir. Arkiv för Zool. Bd. 6. No. 15.*
— *Studies on Ruminants. Stockholm 1901.*
Lydekker, R., *Dentition of Rhinoceros. London 1880.*
— *The Deer of all lands. London 1898.*
— *Wild oxen, sheep a. goats of all lands. London 1898.*
— *Siwalik Rhinoceridae. Mem. Geol. Surv. India. 1876.*
— *Addition Siwalik Perissodactyla. Ibid. 1884.*
— *Siwalik a. Narbudda Equidae. Palaeont. Ind. 1886.*
— *On three genera of Artiodact. Caenotherium, Anthracotherium, Chaeromeryx. Geol. Mag. 1885.*
Maack, G., *Ueber Lophiodonfossilien. Augsburg 1865.*
Major, C. J. F., *Zur Geschichte der fossilen Pferde. Schw. Pal. Ges. 1877. 1880.*
— *Rhinocerosarten in Italien. Wien 1874.*
Marsh, O., *New tertiary Mammals: Diceratherium, Hyrachyus &c. Am. J. of Sc. 1875.*
— *Aceratherium acutum. Ibid. 1887.*
— *Dinocerata. Geol. Surv. Washington. 1884.*
— *Charact. of Coryphodon. 1876.*
— *Rest. of Coryphodon and Elotherium. New Haven 1893—94.*
— *Tertiary Artiodactyles. New Haven 1894.*
Mayhew, Ed., *Horses mouth. 4. ed. London.*
Mayo, F., *Sup. incisors and canine teeth of Sheep. 1888.*
Mercerat, A., *Sinop. de la famiglia de los Bunodonteridae etc. Riv. del Museo de la Plata. 1891.*
— *Molaires de Toxodon. 1895.*
Metzner, R., *Zur Morph. und Phys. der Speicheldrüsen karnivorer Haustiere. Verhandl. Nat. Ges. Basel. Bd. 20.*
Meyer, H. W., *Die diluv. Rhinocerosarten. Palaeont. 1862.*
— *Beitr. zur Petrefaktenk. Fossile pferdeart. Tiere. 1833.*
— *Anthracotherium Dalm. Pal. Bd. 4.*
Miller *und* **Dieck**, *Bau der Molaren von Elephas ind. D. M. f. Z. 1900. No. 9.*
Milne-Edwards, A., *Rech. anat. zool. et paléont. sur la famille des Chevrotains. Paris 1864.*
Morgenstern, M., *Zahnteilungen bei Phacochoerus Ael. Oest. V. f. Z. 1885. No. 4.*
Müller *und* **Schwarznecker**, *Anatomie und Physiologie des Pferdes. Berlin 1879.*
v. Nathusius, H., *Vorstudien für Geschichte und Zucht der Haustiere am Schweineschädel. Berlin 1864.*
— *Die Rassen des Schweines. Berlin 1860.*
— *Die sogenannten Leporiden. Berlin 1876.*
Nawroth, P., *Zur Ontogenese der Schweinemolaren. Diss. Basel 1893.*
Neergard, J. W., *Naturgeschichte der Zähne des Pferdes u. a. 1817.*
Nehring, A., *Gebißentwicklung der Schweine. Berlin 1888.*
— *Ueber Sus celebensis u. a. Berlin 1889.*
— *Gebißentwicklung des Reh-, Rot- und Schwarzwildes. 1889.*
— *Ueber Halichoerus grypus. Ges. naturf. Fr. 1882. No. 8.*
— *Vorkommen von Eckzähnen bei Antilope saiga, Cervus capr. u. a. Ibid. 1883. No. 1.*
— *Gebiß und Skelett von Halichoerus grypus. Ibid. 1883. No. 8.*
— *Milchgebiß und Zahnwechsel des europäischen Wildschweines. N. D. Jagdz. Juli 1887.*
— *Gebiß von Cervus Maral Ogilby. Ges. naturf. Fr. 1889.*
— *Ueber Sus celebensis u. a. Berlin 1889.*
— *Form der unteren Eckzähne bei den Wildschweinen. Ges. naturf. Fr. 1888.*
— *Fossile Pferde etc. Beitr. z. Gesch. d. Hauspferdes. Berlin 1884.*
Newton, E. T., *Antilope remains in newer plioc. beds. London 1884.*
Noack, *Equus Przewalski. Zool. Anz. 1892.*
Omboni, G., *Denti di Ippopotamo foss. di Veneto. Venezia 1880.*
Osborn, H. F., *Extinct Rhinoceroses. Mem. Am. Mus. Nat. Hist. 1898.*

Osborn, *H. F., Chalicotherium and Macrotherium. Am. Nat. 1889.*
— *Achaenodon. Contr. Mus. Princeton Coll. 1883.*
Owen, *R., Anatomy of Nubian Giraffe. London 1841.*
— *Osteology of family Poëphaga. London 1876.*
— *Anat. of Indian Rhinoceros. London 1850.*
— *Develop. and homologies of molar teeth of Phacochoerus. London 1850.*
— *Hyracotherium and Lithornis. London 1839.*
— *Some spec. of ext. Nesodon. London 1853.*
— *Remains of large ext. Lama. London 1870.*
— *Molar teeth, lower jaw of Macrauchenia pat. London 1870.*
— *On Rhinoceros leptorh. Geol. Mag. 1874.*
Owen, *D., On Rhinoceros occident. Geol. Surv. of Wisconsin xc. 1852.*
Panceri, *P., Sull' anatomia della Giraffa. Ist. Lombardo. 1858.*
Parker, *W. K., Anat. of Indian Tapir. London 1882.*
Parlow, *M., Note sur un nouveau crâne d'Amynodon. Moscou 1893.*
Pessina, *J. J., Erkenntnis des Pferdealters an den Zähnen. Wien 1825.*
Piana, *G. P., Esistenza di rudimentari di denti canini ed incisivi negl' embrioni bovini ed ovini. Istit. di Bologna. 1878.*
Portis, *A., Osteologie von Rhinoceros etc. Palaeont. Bd. 25, 1878.*
Preiswerk, *G., Beitr. z. Schmelzstrukt. d. Säugetiere, spez. d. Ungulaten. Basel 1895.*
— *vide XIII.*
Reichenbach, *L., Monographie der Hirsche und Antilopen. Dresden 1845.*
— *Vollständige Naturgeschichte der Wiederkäuer. 1845.*
— *vergl. auch XIV, 10.*
Rideword, *W. G., Teeth of the Horse. 1895.*
Rock, *Th. D., Hauer und Zähne von Hippopotamus. Z. 1861.*
Rodler, *A., Ueber Urmiatherium Polaki. 1889.*
Römer, *F., Ovibos moschatus im Rheintal. 1877.*
Röse, *K., und* **Barthels**, *O., Zahnentwicklung des Rindes. Morph. Arb. 1896.*
Roth, *S., La denticion d. Toxodon. La Plata 1895.*
Rütimeyer, *J., Beitrag zu einer natürlichen Geschichte der Hirsche. Basel 1880.*
— *Beitrag zur Geschichte der Hirschfamilie. (Schädel und Gebiß.) Basel 1882—84.*
— *Ueber Schweizer Anthracotherien. Basel 1855.*
— *Ueber Anthracother. mag. et hipp. Zürich 1857.*
— *Ueber lebende und fossile Schweine. Basel 1857.*
— *Zur Kenntnis der fossilen Pferde und vergl. Odontographie der Huftiere. Basel 1863.*
— *Neue Beiträge zur Kenntnis des Torfschweines. Basel 1865.*
— *Zur paläontologischen Geschichte der Wiederkäuer, besonders bei Bos. Basel 1865.*
— *Vergl. Naturgeschichte des Rindes etc. Basel 1867.*
— *Zur Kenntnis der Pferde der Quaternärepoche. Genère 1876.*
— *Die Rinder der Tertiärepoche etc. Zürich 1877—78.*
— *Beitrag über das zahme Schwein und das Hausrind. Basel 1877.*
— *Art und Rasse des zahmen europäischen Rindes. Arch. f. Anthrop. 1866.*
Ryder, *J. A., Evolution and homologies on incisors of the Horse. Proc. Ac. Nat. Sc. Philadelphia. 1878.*
Salensky, *W., Equus Przewalski. Mém. Ac. St. Pétersb. 1903.*
Schlechter, *J., Bau u. Form d. Zähne beim Pferde u. seinen Vorfahren. Diss. Wien 1881.*
Schlosser, *M., Beitrag zur Stammesgeschichte der Huftiere. Morph. Jahrb. 1886.*
— *Neue Funde von Leptodon graecus. Zool. Anz. 1899.*
— *Versuch einer Systematik der Paar- und Unpaarhufer. Morph. Jahrb. 1886.*
Sclater *and* **Thomas**, *Book of Antelopes. London 1894.*
Scott, *W. B., Osteology of Mesohippus and Leptomeryx. J. of Morph. 1891.*
— *Osteology of Poëbrotherium. J. of Morph. Boston. 1891.*
— *Die Osteologie von Hyracodon. Festschr. f. Gegenbaur. 1896.*
— *Osteology of Protoceras. J. of Morph. 1895.*
Stehlin, *H. G., Ueber die Geschichte des Suidengebisses. Schw. Pal. Ges. 1899.*
Struckmann, *C., Ovibos moschatus in Hameln. Berlin 1887.*
Sundewall, *G., Meth. Uebersicht über wiederkauende Tiere. Greifswald 1848.*
Sutton, *Bl., On teeth in tempor. bone of horses and cervical teeth of sheep. Trans. Od. Soc. 1903.*
Täker, *J., Zur Kenntnis der Odontogenese bei Ungulaten. Diss. Dorpat. 1892.*
Teller, *E., Neue Anthracotherienreste. Wien 1884.*
Trautschold, *H., Ueber Elasmotherium sibir. Moskau 1873.*
Tschersky, *J., Descr. du crâne d'un rhinocéros. Bull. Ac. St. Pétersb. 1874. No. 1.*
Wagner, *A., Naturgesch. des Rindes. Erlangen 1837.*
Walton, *E., The Camel. London 1865.*

Wetlauer, F., *Die Zähne des Rindes und deren Substanzen. Frauenfeld 1883.*
— *Bemerk. hierzu auf Besprech. durch Morgenstern. D. M. f. Z. 1884. No. 7.*
Wilckens, M., *Beitr. z. Kenntn. des Pferdegebisses. Halle 1888.*
— *Die Rinderrassen Mitteleuropas. Berlin 1885.*
— *Die Rinder des Diluviums. Biol. Centralbl. 1855.*
Woods, H., *Desc. of a fossil skull of an ox. London 1839.*
Wortman, J. L., *Hyracotherium a. allied Perissodactyl. Bull. Am. Mus. Nat. Hist. 1896.*
Youatt, W., *The Horse. London 1853.*
di Zigno, A., *Antracoterio di Monteviale. Venezia 1888.*

9. Proboscidea.

Adams, A., *Monogr. of foss. Brit. Elephants. London 1877—1881.*
— *Dentition a. osteol. of Maltese foss. Elephant. London 1875.*
Adloff, P., *Zahnsystem von Hyrax. Z. f. Morph. u. Anthrop. 1902. No. 1.*
Ameghino, F., *Linea filogenet. d. l. Proboscideos. Ann. Mus. Nac. Buenos Aires. 1902.*
Anca e Gemmellaro, G. G., *Monogr. d. Elefanti foss. di Sicilia. Palermo 1867.*
Bachmann, J., *Beschreib. eines Unterkiefers von Dinotherium bavaricum. Basel 1875.*
Biedermann, W. G., *Mastodon angustidens. Genève 1876.*
de Blainville, M. D., *Ostéogr. de la famille Hyrax. Paris 1839—1864.*
Brandt, J. F., *Ueber die Gattung Hyrax. Méd. Ac. Sc. St. Pétersbourg 1869.*
Busch, Fr., *Physiologie und Pathologie des Elefanten. V. D. O. G. Berlin. 1890.*
Camper, P., *Descr. de l'Eléphant mâle. Paris 1802.*
Cantamessa, F., *Il Mastodonte di Cinaglio d'Asti ed avernensis. Torino 1891.*
Corse, J., *Diff. species of Asiatic Elephants and their mode of dentition. Phil. Transact. 1799.*
Cuvier, G., *Diff. dents du genre des Mastodontes. 1812.*
Falconer, H., *Mastodon a. Elephant of Great Britain. London 1857.*
— *Palaeont. Notes (Mastodon, Elephants etc.). London 1868.*
Fitzinger, L. J., *Ueber Zähne und Knochen von Mastodon angustidens und Reste von Halitherium. Wien 1827—1842.*
Forbes, W. A., *Anatomy of African Elephant. Pr. Zool. Soc. London. 1879.*
Galippe, V., *Rech. d'anat. norm. et path. sur l'appareil dentaire de l'Eléphant. J. d'An. 1891.*
Gaudry, A., *Rem. sur les Mastodontes. Paléontolgoie. 1891. No. 8.*
George, H., *Monogr. anat. du genre Daman. Paris 1875.*
Houel, J. P. L., *Hist. nat. de deux éléph. mâles et femelle du Mus. de Paris. 1803.*
Kaulla, H., *Monogr. Hyracis. Stuttgart 1830.*
Klipstein und Kaup, *Beschreib. des Dinotherium gig. Darmstadt 1836.*
Koch, A. C., *Riesentiere d. Urwelt: Missourium (Sichelzahn aus Missouri etc.). Berlin 1845.*
Kollmann, J., *Struktur der Elefantenzähne. München 1871.*
Lartet, E., *Dentition des Proboscidiens foss. etc. Paris 1859.*
Lataste, *Sur le syst. dentaire du genre Daman. 1886.*
Lydekker, R., *Mastodon teeth fr. Perim island. Calcutta 1884.*
Martin, K., *Neue Stegodonreste aus Java. Amsterdam 1890.*
Mayer, C., *Beitr. zur Anatomie der Elefanten und Pachydermen. Leop. Ak. 1847.*
Mesny, B., *Obs. s. les dents foss. d'éléphants. Florence.*
Meyer, H. W., *Das Dinotherium bavar. Ac. Leop.-Carol. 1833.*
— *Studien über Mastodon. Palaeont. 1867.*
Miall, L. C., *Anat. of the Indian Elephant. London 1878.*
v. Middendorf, A., *Ueber die sibirischen Mammute. Moskau 1860.*
Mitchell, W., *Notes on dentition of elephant etc. Dent. Review 1903.*
v. Moysisowics, A., *Zur Kenntnis d. afrikanischen Elefanten. Arch. f. Naturgesch. 1879.*
Naumann, E., *Fossile Elefantenreste etc. Berlin 1887.*
Plateau et Liénard, *Anat. de l'Eléphant d'Afrique adulte. Bruxelles 1881.*
Pohlig, H., *Dentition und Kraniologie von Elephas antiquus. Ac. Leop. 1889. 1892.*
— *Ueber Elephas trogon. etc. Z. d. D. Geol. Ges. 1888.*
Praetorius, J., *Historia Elephantum. Hamburg 1607.*
Röse, K., *Zahnbau und Zahnwechsel von Elephas ind. Morph. Arb. 1893. No. 2.*
Salensky, W., *Osteol. und odontogr. Untersuch. an Mammut und Elefanten. Auszug Biol. Centralbl. 1903. No. 24.*
Sismonda, E., *Osteografia di un Mastodonte angust. Torino 1851.*
Sömmering, S. Th., *Bemerk. über einige fossile Zähne von Elefanten, Mastodonten, Rhinocerosen etc. München 1818.*
Thomas, O., *On the species of the Hyracoidea. Proc. Zool. Soc. London. 1892.*
Vacek, M., *Ueber österreichische Mastodonten. Wien 1877.*
Warren, *Descr. of skeleton of Mastodon gig. Boston 1852.*

Watson, M., *Contr. to anat. of the Ind. Elephant. London 1873.*
Weber, M., *Anat. Bemerk. über Elephas. Aus „Studien über Säugetiere". Jena 1898.*
Weinsheimer, O., *Ueber Dinotherium gig. Berlin 1883.*
Weithofer, A., *Die fossilen Proboscidier. Wien 1890.*
Woodward, M. T., *Milk dentition of Procavia. Proc. Zool. Soc. London. 1892.*
Younger, W. J., *Vergleich. Pathol. der Zähne mit spez. Bezieh. auf die Stoßzähne des Elefanten. Int. med. Kongr. Washington. Ref. D. M. f. Z. 1887. p. 524.*

10. Cetomorpha.

Adloff, P., *Gebiß von Phocaena comm. A. Anz. 1899. No. 2.*
Andrews, W., *On Ziphius Sowerbyi. Dublin 1869.*
Beale, Th., *Nat. hist. of Sperm Whale. London 1839.*
Beddard, F. E., *Notes u. anatomy of a Manatee. Pr. Zool. Soc. London. 1897.*
— *A Book of Whales. 1900.*
Beauregard, H., *Articul. temp.-maxillaire chez les Baleinoptères. 1882.*
Bell, *vide XIV, 8.*
van Beneden, J. P., *8 Mém. s. les Cétacés. Bruxelles 1861.*
— *Baleinoptères du Nord de l'Atlant. Bruxelles 1869.*
— *La grande Baleinopt. du Nord. Bruxelles 1875.*
— *La Baleine du Japon. Bruxelles 1875.*
— *Le Grampus griseus. Bruxelles 1876.*
— *Orques obs. dans les mers d'Europe. Bruxelles 1880.*
— *Hist. nat. des Baleinopt. Bruxelles 1887.*
— *Les Ziphoïdes des mers d'Europe. Bruxelles 1888.*
— *Hist. nat. des Delphinides des mers d'Europe. Bruxelles 1889.*
— *Hist. nat. des Cétacés des mers d'Europe. Bruxelles 1889.*
— *et* **Gervais**, *Osteographie des Cétacés viv. et foss. Paris 1868—1880.*
de Blainville, M. D., *Ostéogr. de la famille Phoca. Paris 1839—1864.*
— *Ostéographie de la fam. Manatus. Paris 1839—1864.*
Bonnaterre, *Hist. nat. des Cétacés. Paris 1789.*
Bönninghaus, G., *Der Rachen von Phocaena. Zool. Jahrb. 1902.*
Bouvier, E. L., *Obs. anat. s. l'Hyperoodon. Ann. Sc. nat. T. 13.*
Brandt, J. T., *Ueber Zahnbau von Rhytina Stelleri. St. Petersburg 1832.*
— *Fossile und subfossile Cetaceen Europas. St. Petersburg 1873.*
— *Ergänzungen hierzu. 1874.*
Brühl, C., *Ueber Phoca holitschensis. Pest 1866.*
Bruno, *Un nuovo Cetaceo foss.: Cheirotherium. Torino 1839.*
Burmeister, H., *Descripc. d. cuatro especies de Delfinides d. Argentina. Buenos Aires 1869.*
— *Ueber Zeuglodon cet. Buenos Aires 1847.*
Busch, F., *Bezahnung der Cetaceen und Sirenen. Berlin 1891.*
Camper, P., *Obs. anat. s. la struct. etc. d. Cétacés. Paris 1820.*
Capellini, G., *Delfini foss. Bologna 1864.*
— *Del Tursiops Cortesii. Bologna 1883.*
— *Del Zifoide foss. Bologna 1885.*
— *Resti foss. di Dioplodon e Mesoplodon. Bologna 1885.*
— *Zifoidi fossili ecc. Bologna 1891.*
— *Resti di un sirenio foss.: Metaxytherium. Bologna 1886.*
— *Della Balena di Taranto. Bologna 1877.*
— *Sulla Balenottera. Bologna 1877.*
Carlsson, A., *Zur Anatomie des Hyperoodon diodon. Stockholm 1888.*
Carus, V., *Ueber Kopfskelett des Zeuglodon Hydrarchus. Ac. Leop. 1847.*
Cope, E. D., *Contrib. to hist. of Cetacea. Philadelphia 1876.*
Dames, W., *Ueber Zeuglodonten aus Aegypten. Jena 1894.*
Delfortrie, E., *Restes foss. du genre Halithérium. Bordeaux 1872.*
Deslongchamps, E., *Sur quelques Ziphidés. Caen 1866.*
Dollo, L., *Les Siréniens de Boom. Soc. Belge de Géol. 1889.*
Eschricht, D. F., *Om Ganges Delphinen. Kjöbenhavn 1851.*
— *Anat. Cetaceorum. Kjöbenhavn 1869.*
— *Zoologisch-anatomische Untersuch. über die nordischen Waltiere. Leipzig 1849.*
Eschricht og Reinhardt, *Om Nordhvalen (Bal. myst.). Kjöbenhavn 1861.*
Eschricht, Reinhardt and Lilljeborg, *Recent memoirs on Cetacea. London 1866.*
Fischer, P., *Mém. sur les Cétacés du genre Ziphius. Paris 1867.*
Flot, *Desc. de l'Halithérium foss. Bull. Soc. Géol. France. 1886.*
Flower, W. H., *Osteology of Sperm Whale. London 1868.*
— *On recent Ziphioid Whales. London 1872.*

Flower, W. H., *Further contr. to the knowl. of exist. Ziphioid Whales: Mesoplodon. London 1878.*
— *List of Cetacea in Brit. Mus. London 1885.*
— *Descr. of skeleton of Delphinus sinensis. London 1870.*
— *On Risso's Dolphin, Grampus gris. London 1872.*
Garrod, A. H., *On Manatus amer. London 1877.*
Geoffroy-St. Hil., E., et Cuvier, *Les Cétacés. Vide XIII.*
Gerstäcker, A., *Skelett von Hyperoodon rostr. Beitrag zur Osteologie der Cetaceen. Leipzig 1887.*
Gray, J. E., *Cat. of Cetacea in Brit. Mus. London 1850.*
— *Cat. of Seals and Whales in Brit. Mus. London 1866. 1871.*
— *Synopsis of spec. of Whales a. Dolphins in Brit. Mus. London 1868.*
Guérin, R., *Etudes zool. et paléont. s. les Cétacés. Paris 1874.*
Hamilton, R., *Nat. hist. of Pinniped a. Cetacea. Edinburgh 1839.*
— *Nat. hist. of Whales. London 1861.*
Hartlaub, C., *Beitr. zur Kenntnis der Manatusarten. Jena 1886.*
Hector, *On New Zealand Cetacea. New. Z. Instit. 1880.*
Huxley, T. H., *On Cetacean term. Ziphius. Geol. Soc. 1864.*
Julin, Ch., *Ossific. du max. inf. et sur la constit. du syst. dentaire chez le foetus de Balaenoptera rost. Bruxelles 1880.*
Kükenthal, W., *Vergl.-anat. u. entw.-gesch. Untersuch. an Waltieren. Jena 1889—93.*
— *Vergl.-anat. Untersuch. an Sirenia. Jena 1897.*
— *Zur Entwicklungsgeschichte von Manatus. A. Anz. 1896.*
Lankester, E. R., *On struct. of the tooth in Ziphius Sowerbiensis and on some fossil Cetacea teeth. Trans. Micr. Soc. London. 1867.*
Lepsius, R., *Halitherium Schinzi. Darmstadt 1882.*
Lilljeborg, W., *Cetacea Scandinaviae. Upsala 1861—1862.*
Lydekker, R., *Cetacean skulls from Patagonia. Mus. de la Plata. 1893.*
— *Cetacea of Suffolk Crag. Quart. J. geol. Soc. 1887.*
— *and* **Thomas, O.**, *Number of grinding teeth poss. by the Manatee. Proc. Geol. Soc. London. 1897.*
Meckel, J. F., *De Cetaceorum anatom. Lipsiae 1825.*
Müller, J., *Fossile Reste der Zeuglodonten von Nordamerika. Berlin 1849.*
Münster, J., *Ueber Lagenorhynchus albirostr. Berlin 1876.*
Murie, J., *Form and struct. of Manatus americ. Trans. Zool. Soc. London. 1872. 1874. 1880.*
— *Organisat. of Globiocephalus melas. Ibidem 1873.*
— *Anat. of a Fin Whale. Proc. Zool. Soc. London. 1865.*
— *On Risso's Grampus. J. Anat. Phys. 1871.*
Owen, R., *Some Indian Cetacea. London 1866.*
— *On Basilosaurus (Zeuglodon cetoides). London 1839.*
— *Brit. Crag. Cetacea. Gen. Ziphius. London 1870.*
Probst, J., *Fossile Reste von Zahnwalen aus der Molasse von Baltringen-Württemberg. 1886.*
Rapp, W., *Die Cetaceen, zool.-anat. Stuttgart 1837.*
Reichenbach, H. G. L., *Anatome Mammalium. I. Cetacea et Pachydermata. Lipsiae 1845.*
— *Naturgeschichte der Waltiere. Dresden 1846.*
Rousseau, E., *Dentition des Cétacés etc. 1856.*
Scammon, M., *Marine Mammals. San Francisco 1874.*
Schlegel, H., *Zur Naturgeschichte der Cetaceen. Leiden 1841.*
Scott *and* **Parker**, *On a Ziphius recently obt. London 1889.*
Stannius, H., *Zur Kenntnis der amerikanischen Manatis. Rostock 1845.*
Steller, G. W., *Beschreibung von sonderbaren Meertieren (Cetaceen). Halle 1753.*
Suckow, W. L., *Ost. Beschreibung des Delphinschädels etc. Mannheim 1840.*
True, F. W., *Review of family Delphinidae. Washington 1889.*
Turner, W., *Contr. to anat. of Globiocephalus. J. An. a. Phys. 1868.*
— *Form and struct. of teeth of Mesoplodon Lay. Edinburgh 1880.*
— *Anat. of a second specim. of Sowerby's Whale. 1886.*
Vrolik, W., *Natuur- en ontleedkund. beschouwing van den Hyperoodon. Haarlem 1848.*
— *Nieuw voorbeeld van 2 stoottanden aan denz. Narwall-schedel. Amsterdam 1848.*
— *Bijdr. tot d. nat. en ontleedk. Kennis v. d. Manatus. Amsterdam 1854.*
Watson *and* **Young**, *Anat. of Delphinapterus. Trans. Soc. Roy. Edinburgh. 1881.*
Weber, M., *Beitrag z. Anat. u. Phylog d. Cetaceen in: Studien üb. Säuget. Jena 1886.*
Winge, H., *Om Plesiocetus og Sqvalodon fra Danmark. Kjöbenhavn. (Ved. Medd. Nat. For.)*
di Zigno, A., *Sireni foss. trov. nel Veneto. Venezia 1875.*
— *Nuove osserv. sull' Halitherium. Venezia 1880.*
v. Zittel, K., *Ueber Squalodon Bariensis. Palaeontogr. 1877.*

11. Prosimiae et Primates.

Adloff, P., *Ausgestorbene Menschenaffen und ihre Beziehungen zum Menschen. Phys.-ökon. Ges. Königsberg. Bd. 48. 1907.*
— *Vergl.-anatom. Untersuch. über d. Gebiß des Menschen u. der Anthropomorphen. 1908.*
— *Zur Frage der Differenzierung des Primatengebisses. D. M. f. Z. 1909. No. 6.*
Aeby, C., *Schädelformen des Menschen und der Affen. Leipzig 1867.*
— *Beitrag zur Osteologie des Gorilla. Morph. Jahrb. Bd. 4. 1878.*
Amoëdo, O., *Die Zähne von Pithecanthropus erectus. D. Cosmos. 1901. No. 12.*
— *Les dents du Pith. erect. Paris 1902.*
Audebert, J. B., *Hist. naturelle des Singes et des Makis. Paris 1800.*
Batujeff, *Carabellische Höckerchen etc. beim Menschen und den Affen. St. Petersburg 1893.*
Beddard, F. E., *Notes upon anatomy of a Manatee. Pr. Zool. Soc. London. 1897.*
— *Contrib. to anat. of anthrop. Apes. London 1893.*
Beyrich, E., *Ueber Semnopithecus Pentelicus. Berlin 1860.*
Bianconi, J., J., *Les singes et l'homme. Versailles 1865.*
Bischoff, T. L., *Beitr. zur Anatomie von Hylobates leuciscus. München 1870.*
— *Beitrag zur Anatomie des Gorilla. München 1879.*
de Blainville, M. D., *Ostéographie des Primates. Paris 1839—64.*
Bolau *und* **Pansch**, *Die menschenähnl. Affen des Hamburg. Museums. Hamburg 1876.*
Bolk, L., *Beziehungen der Zahnformel der Platyrrhinen und Katarrhinen. Oest. V. f. Z. 1907.*
— *Beitr. zur Affenanatomie. Petrus Camper. Bd. 4.*
Broca, P., *L'ordre des Primates. Parallèle anat. de l'homme et d. Singes. Paris 1870.*
Burmeister, H., *Zur näheren Kenntnis der Gattung Tarsius. Berlin 1846.*
— *Ueber Arten der Gattung Cebus. Halle 1854.*
Carus, V., *Eine Anomalie im Gebisse des Orang Utan. Leipzig 1898.*
Cocchi, J., *Su due Scimmie foss. ital. 1872.*
Cope, D. E., *Lemurine reversion in human dentition. Am. Nat. 1886. No. 4.*
Dubois, E., *Pithecanthropus erectus. Batavia 1894.*
— *Pith. erectus. A. Anz. Bd. 12. 1896.*
— *Ueber drei ausgestorbene Menschenaffen. Jahrb. f. Min. Geol. 1897.*
— *Zur systematischen Stellung der ausgestorbenen Menschenaffen. Zool. Anz. Bd. 24.*
Duvernoy, L., *Mém. sur l'anat. comp. des grands Singes pseudo-anthrop. Paris 1856.*
Earle, Ch., *Affinities of Tarsius. Am. Nat. 1897.*
Ehlers, E., *Beitr. zur Kenntnis des Gorilla und Schimpanse. Göttingen 1881.*
Fick, R., *Vergl.-anat. Studien an einem erwachs. Orang. Arch. f. Anat. u. Phys. 1895.*
Forbes, H. O., *Handbook to the Primates. London 1894.*
Gaudry, A., *Le Dryopithèque. Mém. Soc. géol. de France. 1890.*
Geoffroy-St. Hilaire, J., *Descr. d. Mammifères. Singes. Paris 1839—58.*
— *Descr. d. Singes améric. nouveaux. Paris 1850.*
— *Cat. méthod. d. Primates du Mus. d'hist. nat. Paris 1851.*
— **Et.**, *et* **Cuvier**, *Les quadrumanes. Vide XIII.*
Gratiolet *et* **Alix**, *Rech. sur l'anat. de Troglodytes Aubryi, Chimpanzé etc. Paris 1866.*
Gray, J. E., *Revis. of spec. of Lemuroids. London 1863.*
Griffith, E., *Descr. of order Quadrumana. London 1821.*
— *Vide XIV, 6.*
Hartmann, R., *Beitr. z. zoolog. Kenntn. d. anthropomorphen Affen. Leipzig 1872—75.*
— *Der Gorilla. Leipzig 1880.*
— *Die menschenähnlichen Affen. Leipzig 1883.*
— *Les singes anthrop. Paris 1886.*
Holding, M. E., *Exhib. of and remarks upon spec. illustr. anom. a. variations in teeth (Cercopithecus &c.). Proc. Zool. Soc. London. 1906.*
Houzé, *Le Pithécanth. erect. Rev. de l'Univ. Bruxelles. 1895/96. No. 6.*
Hubrecht, A. A. W., *The descent of Primates. New York 1897.*
Jacobi, A., *Größenverhältnisse der Schädel- und Gesichtshöhlen bei den Menschen und Anthropoiden. Diss. Leipzig. 1901.*
Josephi, W., *Anatomie der Säugetiere. I. Osteologie der Affen. Göttingen 1787—92.*
Kirchner, G., *Der Schädel des Hylobates concolor. Diss. Erlangen. 1895.*
Kohlbrugge, J. H. F., *Vers. einer Anat. von Hylobates, in: Webers Zool. Ergebn. Leiden 1890—92.*
Lartet, E., *Un grand singe fossile. Paris 1856.*
Leche, W., *Untersuch. über das Zahnsystem lebender und fossiler Halbaffen. Festschr. f. Gegenbaur. Leipzig 1897.*
Lenz, H., *Die anthrop. Affen des Lübecker Museums. 1876.*

Magitot, *L'homme et les singes anthrop. Paris 1869.*
Major, C. J. F., *Summary of our present knowl. of ext. primates from Madagascar. London 1901.*
Manouvrier, *Deuxième étude sur le Pithecanthropus erectus. Paris 1895.*
Martini, L., *Ein Fall abnormer Dentition bei einem Affen (Hylobates leuc.). Br. J. of D. Sc. 1877.*
Mehnicke, O., *Affe und Urmensch. Münster 1888.*
Meyer, A. B., *Die anthrop. Affen des Dresdener Museums. 1877.*
— *Ein brauner Schimpanse im Dresdener zool. Garten. Berlin 1895.*
— **R.**, *Der Gorilla mit Berücksichtigung des Unterschiedes zwischen Menschen u. Affen. Festschr. d. Offenb. Ver. f. Naturk. 1863.*
Mivart, St. G., *On the crania and dentition of Lemuridae. London 1861.*
— *On Lepilemur and Cheirogaleus etc. London 1873.*
— *On struct. and affin. of Microrhynchus lan. London 1866.*
— *Osteology of Lemuridae. London 1867.*
Mühlreiter, E., *Beitr. zur Größenbestimmung der Zähne der anthrop. Affen. D. M. f. Z. 1900. No. 9.*
Murie, J., *Anatom. of Lemuridae. London 1869.*
Nissle *und* **Falkenstein**, *Ueber anthrop. Affen. Berlin 1876.*
Oudemans, J. Th., *Beitr. zur Kenntnis von Chiromys madagasc. Amsterdam 1889.*
Owen, R., *Osteol. of Chimpanzee and Orang Utan. London 1835—56.*
— *On compar. osteol. of Gorilla and diff. hum. races. London 1851.*
— *Sur Troglodytes Gorilla. Caën 1861.*
— *Mem. on the Gorilla. London 1865.*
— *On Chiromys (Aye-Aye). London 1866.*
— *Osteol. contrib. of Anthrop. Apes. London 1866.*
— *Osteol. contrib. of Chimpanzee and Orang Utan. London 1835—51.*
Peters, W., *Ueber Chiromys. Berlin 1866.*
Pollen, J., *Contr. à l'hist. nat. des Lémuriens. Leiden 1867.*
Regnault, T., *Malform. dentaires chez le Singe. Paris 1893.*
Reichenbach, L., *Vollständige Naturgeschichte der Affen. Dresden 1863.*
Schaafhausen, *Les singes anthrop. et l'homme. Paris 1865.*
Schlegel, H., *Monographie des Singes. Leiden 1876.*
— *en* **Müller**, *Monogr. oversigt v. h. geslacht Semnopithecus. Leiden 1839.*
Schwalbe, G., *Studien über Pithecanthropus. Z. f. Morph. u. Anthr. 1899.*
Selenka, E., *Menschenaffen. In: Studien zur Entwicklungsgesch. d. Tiere. No, 6—8. Wiesbaden 1898—1900.*
— *Rassen und Zahnwechsel des Orang Utan. Berlin 1896.*
Symington, *Die Zähne der Primaten. R. Ac. of Med. Ireland. April 1910.*
Topinard, P., *Evolut. des molaires chez les primates et chez l'homme. L'Anthropolog. T. 3. 1892.*
Tyson, E., *Orang-Utang. Anat. of a Pygmy. London 1699—1751.*
Virchow, R., *Cranial affinities of Man and Ape. Berlin 1871.*
— *Schädel des jungen Gorilla. Berlin 1880.*
— *Pithecanthropus erectus. Berlin 1895.*
Volz, *Pithecanthropus erectus. Breslau 1897.*
Vrolik, W., *Rech. d'anat. comp. sur le Chimpansé. Amsterdam 1841.*
Wagner, A., *Fossile Ueberreste v. einem Affen etc. aus Griechenland. München 1848.*
Walkhoff, *Der Unterkiefer der Anthropomorphen und des Menschen. Aus Selenka, Menschenaffen. Wiesbaden 1902.*
Webb, *Teeth in Men and anthrop. Apes. Anthrop. Review. 1867.*
Winge, H., *Jordfundene og nulevende Aber (Primates). Kjöbenhavn 1895.*
Zuckerkandl, E., *Zur Anatomie von Chiromys madag. Denkschr. Akad. Wien. Bd. 48.*

XV.

Anthropologie und Ethnographie. (Paläontologie.)

Adloff, P., *Neue Studien über das Gebiß der diluvialen und rezenten Menschenrassen. D. M. f. Z. 1910. No. 2.*
— *Schlußbem. zu: Die Zähne d. Homo primigenius von Krapina. A. Anz. 1908. No. 11/12.*
— *Die Zähne des Krapinamenschen. D. M. f. Z. 1907 p. 720.*
— *Zur Frage d. system. Stellung des Menschen von Krapina, A. Anz. 1909. No. 3/4.*
— *Verwandtsch. Bezich. zwischen Homo Heidelberg. und Homo primig. A. Anz. 1910.*
Albrecht, *Ueber den Unterkiefer von La Naulette. D. Ges. f. Anthr. 1883.*
Ballard, Th., *Les dents chez les idiots. 1860.*

Batujeff, *Allgem. morph. Merkmale der Krone der Zähne d. Menschen, vergl. mit den Zähnen anderer Säuger und nied. Wirbeltiere. St. Petersburg 1893.*
Baume, R., *Fragmente von La Naulette. Leipzig 1883.*
Bennett, St., *Unterkiefer aus der Römerzeit. Brit. J. D. Sc. 1886. No. 1.*
Berres, J., *Anthropotomie. Wien 1835.*
Betty, E. G., *Critical examin. of teeth of several races etc. D. Rev. 1890. No. 4.*
Bieling, C., *Gesch. der Entdeck. der in Braunschweig gef. Gruppe von Zähnen urweltlicher Tiere. Wolffenbüttel 1791. 1818.*
Bischoff, Th. L. W., *Unterschied zwischen Mensch und Tier. München 1887.*
Blackwitl, F. H., *Testimony of the teeth to man's place in the nature. London 1893.*
Bluntschli, H., *Gebiß des Menschen als Zeugnis seiner Vergangenheit. Zürich 1907.*
Bory de St. Vincent, *Der Mensch, Homo. Ein zool. Vers. über d. Menschengattung. 1837.*
Boule, M., *L'homme fossile de la Chapelle-aux-Saints. L'Anthrop. T. 20. 1909.*
Boucher de Perthes, *De la mâchoire humaine de Moulin-Quignon. Paris 1864.*
Bourneville, *Anomalies dentaires chez les idiots. J. d. conn. méd. 1862.*
v. Branco, W., *Die menschenähnl. Zähne a. d. Bohnerz d. schwäb. Alb. Stuttgart 1898.*
Brandt, J., *und* **Woldrich, J.**, *Diluv. europ. nordasiat. Säugetierfauna und ihre Bezieh. zum Menschen. St. Petersburg 1887.*
Broca, P., *Instructions rélat. à l'étude anthropologique du système dentaire. Paris 1879.*
— *Des diff. espèces de prognathisme. Paris 1873.*
— *Sur un crâne de Fellah et sur l'usure d. dents. Paris 1879.*
Brownlie, *Zähne aus Mumien. J. Brit. D. Ass. 1866. No. 7.*
Brückmann, F. E., *Epistola itineraria XII. de gigantium dentibus. Wolfenbüttel 1729.*
Busch, F., *Schädelbild. b. nied. Menschenrassen. Od. Ges. Berlin. Bd. 6. 1895.*
— *Ueber einige in anthr. Bezieh. wichtige Punkte am Schädel etc. V. D. O. G. Berlin. Bd. 7.*
— *Schädelbild. bei verschiedenen Menschenrassen. Ibid. Bd. 7.*
— *Ueber niedere Menschenrassen etc. Ibid. Bd. 5.*
Campani, *Morfol. del sistema dentario delle razze umane ecc. Giorn. di corrisp. 1889.*
Carter, W. M., *La mutilation d. dents. Dom. D. Journ. 1903.*
Choquet, J., *Etude comp. d. dents humaines dans les diff. races. Odontologie. 1908.*
Clave, Lhow, *Der Gaumen der Idioten und Imbecillen. J. dent. Sc. 1876.*
Coles, O., *Die Zähne der nächsten Generation. Korr. f. Z. 1875.*
Cruet, *D'un mode partic. de rencont. d. dents chez les idiots etc. Revue de stom. 1894.*
Cope, D. E., *Genealogy of Man. Am. Nat. 1903.*
— *Antiquity of Man in N. America. 1895.*
Darwin, Ch., *Abstamm. d. Menschen und die geschlecht. Zuchtwahl. Deutsch von J. V. Carus. 7. Aufl. 1902.*
— *Entstehung der Arten durch nat. Zuchtwahl. 1899.*
Davis, Ch. E., *Ein wiederkäuender Mensch. D. Cosmos. 1864.*
Daunert, *Zahnverstümmelung bei d. Ovaherero. Z. f. Eth. 1907. No. 6.*
Dorsey, *Numerical variat. in molar teeth of New Guinea crania. D. Rev. 1897.*
— *A Peruvian cranium with suppr. lat. incisors. D. Cosmos. 1897. No. 3.*
Dubois, P., *Instruction et question. pour l'étude du syst. dent. chez les diff. peuples. Odontologie. 1890.*
Duckworth and **Fraser**, *Descr. of some dental rudim. in human crania. 1900.*
Fatero, J., *Civilisation as a factor in the atrophy and disappearance of the third molar. D. Cosmos. 1905.*
Fenchel, *Odontolog. Schädelmessung. D. M. f. Z. 1893. No. 11.*
Flörke, G., *Einfluß d. Kiefer u. Zähne auf menschl. Gesichtsausdruck. Bremen 1898.*
Flower, H. W., *Size of teeth as a charact. of race. London 1885.*
Fontan, *Sur la fréq. d. dents surnuméraires chez les Néo-Calédoniens. Soc. d'anthr. Paris 1880—1881.*
Foster, K. W., *Der Mensch und seine Zähne. D. Cosmos. Bd. 18.*
Fraipont, *Rech. ethnograph. sur des ossem. hum. de Spy. Arch. de Biol. 1887.*
Fränkel, *Die Zähne der Tataren. Arch. per l'anthropol. Vol. 1.*
Friedländer, H., *Die Bißarten und einige andere anthrop. Eigensch. bei 1500 Berlinern. Oest. V. f. Z. 1904. No. 3/4.*
Friel, G., *Zähne von Eingeborenen in Johannisberg. Brit. D. J. 1910. No. 15.*
Gatippe, *Syst. dentaire des Fuégiens. Rev. odont. 1886. No. 7.*
Gaudry, *Similitude des dents de l'homme et de quelques animaux. L'anthrop. 1890.*
— *Contrib. à l'hist. des hommes fossiles. Ibid. 1903.*
Gorjanović-Kramberger, *Der diluviale Mensch von Krapina. Wiesbaden 1906.*
— *Kronen und Wurzeln der Mahlzähne von Homo primigenius. A. Anz. 1907.*
— *Der paläolith. Mensch und seine Zeitgenossen aus dem Diluvium von Krapina. Wien 1901. Teil II. Nachtrag. 1902.*
— *Bemerkungen zu Aldoffs Zähne des Homo primigenius. A. Anz. 1908. No. 6/7.*

Gorjanovič-Kramberger, *Verwandtschaftliche Beziehungen zwischen Homo Heidelbergensis und dem Homo primigenius von Krapina. A. Anz. 1909. No. 15/16.*
— *Ueber prismat. Molarwurzeln rez. und dilur. Menschen. A. Anz. 1908. No. 15/16.*
— *Der Unterkiefer der Eskimos als Träger primitiver Merkmale. K. Preuß. Ak. d. Wiss. Bd. 52. 1909.*
Haeckel, E., *Keimesgeschichte des Menschen. Leipzig 1891.*
— *Natürliche Schöpfungsgeschichte. Berlin 1902.*
— *Unsere gegenwärtige Kenntnis vom Ursprung des Menschen. Bonn 1899.*
— *Anthropogenie, Entwicklungsgeschichte des Menschen. 5. Aufl. 1903.*
Hamy, *Mutilat. dentaires au Mexique etc. Bull. Soc. d'anthr. 1882.*
Holl, M., *Ueber Gesichtsbildung. Wien 1898.*
Le Hon, *L'homme fossile en Europe. Bruxelles 1867.*
Houzé et Jaques, *Les Australiens du Mus. d. Nord. Bruxelles 1884/86.*
Humphrey, *Teeth of Centennarians. Brit. J. D. Sc. 1889. No. 7.*
Hutchinson, S. J., *Die Zähne betr. Kuriositäten in der Ethnologie. M. Rev. D. Surg. 1878.*
Hyades et Gatippe, *Observ. sur le syst. dentaire des Fuégiens. 1884.*
v. Jhering, H., *Künstliche Verunstaltung von Zähnen bei verschiedenen Völkern. Korr. f. Anthr. etc. 1875. Okt.*
— *Künstliche Deformierung der Zähne. Z. f. Ethn. 1882.*
— *Wesen der Prognathie und ihr Verhältnis zur Schädelbasis. A. f. Anthr. 1872.*
Klaatsch, H., *Die spezifischen menschlichen Merkmale. Korr. d. D. Ges. f. Anthr. Bd. 32. No. 9.*
— *Gesichtsskelett der Neandertalrasse und der Australier. An. Ges. 1908.*
— *Kraniomorphologie und Kraniotrigonometrie. Arch. f. Anthr. Bd. 8. No. 1/2.*
— *Neuste Ergebnisse der Paläontologie des Menschen etc. Z. f. Ethn. 1909. No. 3/4.*
— *Fortschr. der Lehre von der Neandertalrasse. Ergebnisse der Anatomie und Entwicklungsgeschichte. 1909.*
— *Fortschr. der Lehre von den fossilen Knochenresten des Menschen in den Jahren 1900—1903.*
— *Die fossilen Menschenrassen und ihre Beziehungen zu den renzenten. Korr. d. D. Ges. f. Anthr. 1909. No. 9—12.*
— *Die fossilen Menschenrassen Europas zur Eiszeit. D. med. W. 1906. No. 6; 1910. No. 26.*
— *und* **Hauser**, *Homo monsteriensis Hauseri. Arch. f. Anthr. Bd. 7. No. 4.*
Klein, *Die retrogr. Metamorphose der menschl. Kieferknochen. D. V. f. Z. 1877. No. 1.*
Kollmann, J., *Formen d. Ober- u. Unterkiefers bei Europäern. Schw. V. f. Z. 1892. No. 2.*
Kronthal, *Die Bedeutung der Zähne in der Geographie. Ref. D. M. f. Z. 1885. No. 6.*
Kühnast, *Der Zahn und der Mensch. J. f. Z. 1896. No. 17.*
Lambert, E., *Morph. du syst. dentaire des rasses hum. Ac. R. Belgique. 1877.*
Langdon-Down, *Die Zähne der Idioten. Lancet. 1862. 1875.*
Langer, *Negerschädel mit überz. Zähnen. Mitt. Anthr. Ges. Wien. 1871. Bd. 1.*
Lehmann-Nitsche, R., *Nouv. rech. sur la format. pampéenne et l'Homme fossile de la Républ. Argentine. Museo de la Plate. T. 14. 1907.*
Léger-Dorez, *Les dents humaines changent de forme et de volume depuis l'érupt. jus qu' à la mort. Rev. trim. suisse. 1908. No. 2.*
Lelut, *Dévelop. du crâne des idiots. Gaz. méd. Paris. 1837.*
Lepsius, *Kultur und Eiszeit. Schw. V. f. Z. 1896. No. 4.*
Lissauer, *Ursachen der Prognathie etc. Arch. f. Anthr. 1872. No. 4.*
Lloyd, W., *Wert d. Unters. d. Zähne in anthr. Beziehung. D. Record. 1890. No. 10.*
Lyell, Ch., *Geological evidence of antiq. of Man. London 1863.*
Magitot, *Contrib. à l'hist. des mutilations dentaires. Rev. et Arch. d'od. suisse. 1890. No. 12.*
— *Rech. ethnol. et statist. sur les altérations du syst. dentaire. Paris 1867.*
— *Usure des dents au point de vue ethnique. Paris 1880.*
Mantegazza, *Der 3. Backzahn in den menschlichen Rassen. Arch. per antr. 1878.*
— *Sulla bifida radice dei canini inf. nell' uomo. Ibid. Firenze 1875.*
Mazier, *Arrêt de dévelop. dans l'idiotie. 1879.*
Merkens, *Degeneration of human teeth. Archaeologist. Vol. 2. 1894. No. 6.*
Miklucho-Maclay, *Die großzähnigen Melanesier. Berlin 1876.*
Mortitlet, G., *Préhistor. antiquité de l'homme. Paris 1885.*
Nehring, *Menschenreste von Brasilien und Vergleich. d. fossilen Reste d. Pithec. erect. Berlin 1895.*
— *Ein diluvialer Kinderzahn aus Mähren. Berl. Ges. f. Anthr. 1895.*
— *Ein menschlicher Molar aus dem Diluvium bei Weimar. Berlin 1895.*
Newton, E. T., *Palaeolithic Man. Nature. Vol. 57. 1898.*
Nicholson, H. A., *and* **Lydekker, R.**, *Manual of Palaeontology. 1899.*
Parreidt, J., *Breite der oberen zentralen Schneidezähne beim männlichen und weiblichen Geschlecht. D. M. f. Z. 1884. p. 191.*

Parreidt, J., *Bezahnung bei Menschen mit abnormer Behaarung. Ibid. 1886. p. 144.*
Perrin, *L'homme chien et son fils. Paris 1873.*
Poinsot, *Zähne nach Rassenunterschieden. J. f. Z. 1889. No. 2 und Oest. V. f. Z. 1890. No. 1.*
Port, *Unterkiefer des Homo Heidelberg. Sch. V. f. Z. 1909. No. 3.*
Pruner-Bey, *L'homme et l'animal. Paris 1865.*
Reboul, *L'homme velu. Paris 1897.*
Regnault, *Variat. de formes d. dents suivant les races. Rev. odontol. 1893/94.*
Reisert, D., *Veränd. im Kiefergelenk, 2000 Jahre v. Chr. bis jetzt. D. M. f. Z. 1904.*
Renaud, L., *Variat. ethniques du max. sup. Paris 1881.*
— *Variat. nethiques du max. inf. Paris 1880.*
Retzius, *Gestalt des Kiefergerüstes bei den verschiedenen Völkern. Z. 1850.*
Robin, P., *L'unité morph. de la dentition temp. d. diff. races hum. Rev. d. stom. 1902.*
Röpsdorf, *Auffällig große Zähne der Nikobaren. Berl. Ges. f. Anthr. 1881.*
Röse, K., *Die Zähne der Dalarner und Gotländer. D. M. f. Z. 1904. p. 735.*
Rosenberg, *Umform. an d. Incisiven der 2. Gener. d. Menschen. Morph. Jahrb. 1895.*
Rushton, W., *Die Zähne der alten Aegypter. Br. J. D. Sc. 1910. Aug.*
Sabatier, *Les dents chez les Arabes et les Kabyles. Bull. Soc. anthr. 1882.*
Saunders, *Teeth, test of age. Lancet. London. 1837.*
Schaaffhausen, H., *Urform des menschlichen Schädels. Bonn 1868.*
— *Ein pithekoider menschlicher Unterkiefer. Korr.-Bl. f. Anthrop. 1881.*
— *Zähne bei Schädelmessungen. Ibid. 1883.*
— *Die menschlichen Kiefer aus der Schipkahöhle. Verh. d. Naturf. V. Bd. 40. 1883.*
— *Geschlechtsunterschiede in bezug auf die Zähne. Korr.-Bl. f. Anthr. 1883/84.*
— *Ueber das menschliche Gebiß. Naturh. Ver. Jahrg. 43; Ref. D. M. f. Z. 1887.*
Schlosser, M., *Die menschenähnl. Zähne a. d. Bohnerz d. schwäb. Alb. Zool. Anz. 1901.*
Schmidt, E., *Mechan. Bearbeitung d. Zähne bei Naturvölkern. D. M. f. Z. 1893. No. 3.*
Schötensack, O., *Unterkiefer des Homo Heidelbergensis. Leipzig 1908.*
Schröder, H., *Die künstliche Deformation des Gebisses. Od. Bl. 1898/99. No. 5—20 und Greifswald 1906.*
— *Prognathie des oberen Gesichts. Korr. f. Z. 1902. p. 97.*
— *Prognathe Formen des oberen Gesichts. Ibid. 1902. p. 222.*
Schürch, O., *Neue Beitr. zur Anthrop. der Schweiz. Sch. V. f. Z. 1902. No. 2—4.*
Schwalbe, G., *Der Neandertalschädel. Bonn 1901.*
Schwartzkopff, E., *Zähne bei Zwergen. D. M. f. Z. 1884. No. 12.*
Seiffert, A., *Ein urweltlicher Unterkiefer. Z. 1863.*
Siffre, *La denture préhistorique. L'Odontol. 1910. No. 16.*
Smith, R. E., *Evolut. of man's teeth, founded u. a. study of teeth develop. of Austral. Aboriginal. J. An. a. Physiol. 1907.*
— **W. Ramsay**, *Some rare abnormalities in teeth. J. of Anat. a. Physiol. Reprinted Brit. J. D. Sc. 1910. Oct. 15.*
— *Evolution of man's teeth, founded upon a study of develop. of teeth of Australian Aboriginal. Ibid.*
— *Further observations on development of teeth. Ibid.*
Sollier, A., *De l'état de la dentition chez les enf. idiots. 1887.*
Spalikowski, *Les dents des Normands etc. Anthrop. 1897.*
Spence, B., *Die Zähne der künftigen Rassen. D. Cosmos. 1884.*
Stehr, *Weitere Beiträge zur Aetiologie der Deformation und Degeneration des menschlichen Gebisses. Korr. f. Z. 1904. No. 1.*
Steinmann *und* **Döderlein**, *Elemente der Paläontologie. 1890.*
Talbot, E., *Jaws a teeth of a party of cave and cliff dwellers. D. Cosmos. 1890. No. 5.*
— *A study of deform. of jaws among degener. classes of Europe. Int. Dent. J. 1898.*
— *Entart. der Kiefer des Menschengeschlechts. Deutsch von Bauchwitz. Leipzig 1898.*
de Terra, M., *Mitteil. z. Krapinafund. Sch. V. f. Z. 1903. p. 11. 72.*
— *Beitr. zur Odontographie der Menschenrassen. Berlin 1905.*
Thompson, A. H., *The missing teeth of man. D. Cosmos. 1894.*
— *Ethnographie odontography. It. of Int. 1902. No. 10.*
— *Homologie der Gewebe des Zahnes, Degeneration beim Mensch etc. Monthly Rev. Dent. Surg. 1877.*
Topinard, P., *Les races indigènes de l'Australie. Bull. Soc. anthr. Paris. 1872.*
— *Les charact. simiens de le mâchoire de la Naulette. Paris 1886.*
— *Differ. espèces de prognathisme. Rev. d'anthrop. 1882/73.*
Townsend, E. L., *Die Zähne der Chinesen. D. Advertiser. 1888. No. 3.*
Turner, W., *Die Zähne der Mikrocephalen und Kretins. D. M. f. Z. 1905.*
Uhle, M., *Ethn. Bedeutung der Malayischen Zahnfeilung. Berlin 1887.*
Vidler, *In Pompeji ausgegrabene Unterkiefer. D. V. f. Z. 1866.*

Virchow, H., *Halber menschlicher Oberkiefer mit Milchgebiß von Nabresina. 1895.*
— *Sitte der Zahnverstümmelung bei den Ovaherero. Z. f. Ethn. 1907. No. 6.*
Walkhoff, O., *Funkt. Gestalt des Unterkiefers unter Berücksichtigung diluv. Kieferreste. D. z. W. 1901/02. No. 45.*
— *Die ältesten menschl. Kieferreste vom odontol. Standpunkt etc. Ibid. 1902/03. No. 29.*
— *Einige odontol. Ergebnisse für die Anthropologie. Oest. V. f. Z. 1902. No. 3.*
— *Die diluv. menschl. Knochenreste in Belgien und Bonn etc. D. z. W. 1902/03. No. 36.*
— *Kinnbildung nach Weidenreich und der Heidelberger Unterkiefer. Ibid. 1910.*
Wetlauer, F., *Vereinzelt auftret. Verkümm. d. Prämol. b. Mensch. D. M. f. Z. 1885.*
Whitney, J., *Die Zähne der alten Hawaianer. D. Cosmos. 1893.*
Wiedersheim, R., *Der Bau des Menschen als Zeugnis f. seine Vergangenheit. Tübingen 1908.*
Wilberforth, Sm., *Teeth of ten Sioux Indians. J. Anthr. Soc. London. 1894.*
Wildermuth, *Degenerationszeichen bei Epilept. u. Idioten. Württemb. Korr.-Bl. 1886.*
Wolff, W., *Die Zahnverstümmel. der Neger und ihre Bedeutung für Laut- und Sprachbildung. Z. Rundschau. 1910. No. 33.*
Wright, W., *Teeth and jaws of prehistoric skulls. J. Brit. D. Ass. 1903.*
Zintgraff, *Künstl. Deformierung d. Zähne im Kongogebiet. Ges. f. Anth. Berlin. 1886.*
v. Zittel, K., *Handbuch der Paläontologie. München 1876—93.*
— *Grundzüge der Paläontologie. München und Leipzig 1899.*

Register.

I. J.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 3824

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena.